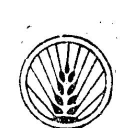
الفيروس وأمراض النبات الفيروسية

دكتور
مصطفى حلمي الحمادي
كلية الزراعة - جامعة عين شمس

دكتور
جابر ابراهيم فجلة
كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية

دكتور
حامد محمود مزيد
قسم بحوث الفيروس - وزارة الزراعة

١٩٧٦



دار المطبوعات الجديدة
زغلول حمادة خلفاء
ت ٧١٥٣٢ - اسكندرية

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

سبحان الله العظيم الذى وسعت قدرته كل شىء علما .. ففى الوقت الذى ساد فيه الاعتقاد أن البكتيريا هى أصغر مسببات أمراض النبات حجما فاذا بالخيوط الأولى تتجمع مع بداية هذا القرن مؤذنة باكتشاف ما هو أصغر وأخطر منها بكثير ، بل ومنه ما يتطفل عليها هى الأخرى . ألا وهو الفيروس

فى الوقت الذى تقدمت فيه دراسة الفيروس تقدما هائلا حتى أصبح علما مستقلا بذاته تهتم به مراكز البحوث وجامعات العالم وتفرد له أقساما وتخصصات إيمانا منها بأهمية هذا الصغير القدير ، وفى الوقت الذى إنتشرت فيه الأمراض الفيروسية إنتشارا كبيرا على المحاصيل المختلفة سواء فى بلاد العالم بوجه عام أو فى مصر وهو ما يهمنا بوجه خاص ، رأينا أنه لزاما علينا أن نشارك فى العمل على تطويع هذا العلم وتقديمه إلى أكبر عدد من الدارسين والمهتمين فى العالم العربى حتى نساهم جميعا فى محاولة التقليل من خطورة تلك الأمراض الفيروسية.

ولقد حاولنا فى هذا الكتاب طرق المواضيع المختارة بدون إختصار ممل حتى لا نعطيها صورة مشوهة لا تفى بالغرض وبدون إسهاب ممل حتى لانضع القارىء فى متاهات هو فى غنى عنها .

وتوخينا أثناء التحدث عن أساسيات الفيروس التسلسل المنطقى فى طرق مواضيعه فبدأنا بشكل وتركيب الفيروس وتطرقنا إلى الإصابة والتضاعف ثم الاعراض وهكذا ... حتى إنتهينا بتسمية وتصنيف الفيروسات . أما فى الجزء

الخاص بالأمراض فلقد وجدنا أنه من الأفضل أن ترتب النباتات تبعا لعائلاتها وأن تنتخب تحت كل عائلة أهم النباتات التابعة لها وأن تذكر أهم الأمراض التى تصيب كل نبات تبعاً لإسم الفيروس المسبب وليس تبعا للمرض الناتج عنه حيث أن ذلك من الناحية العملية أسلم وأكثر دقة .

وإنه ليسعدنا حقا أن نتلقى بوافر الشكر أى إنتقاد بناء يوجه إلى هـــذا الكتاب حتى يمكن أن نتدارك أى نقص أو ثغرات فيـه فى الطبعـات القـادمة بإذن الله إيمانا منا بأن الكمال لله وحده سبحانه وتعالى . ولله الفضل وهو ولى التوفيـق

المؤلفون

محتويات الكتاب

صفحة

الجزء الأول

أساسيات الفيروس

الفصل الأول

أهمية وتاريخ وتعريف الفيروس ٣

الفيروسات وأهميتها . نبذة تاريخية. تعريف الفيروس .

الفصل الثانى

شكل وحجم وتركيب الفيروس ١٣

شكل وحجم الفيروس : فيروســات كروية ، فيروسات عصوية أو متطاولة . تركيب الفيروس - المكونات الأساسية للجزىء الفيروسى : الحامض النووى ، الغطاء البروتينى - دور كل من الحامض النووى والبروتين فى الأصابة .

الفصل الثالث

إصابة النبات وتضاعف وتحرك الفيروس ٢٧

الإصابة بالفيروس . تضاعف الفيروس . تحرك وتوزيع الفيروس فى النبات المصاب: تحرك (إنتقال) الفيروسات داخل النبات : التحرك من خلية إلى أخرى ، التحرك لمسافات طويلة - الانتشار والتوزيع النهائى للفيروس داخل النبات .

صفحة

الفصل الرابع

أعراض الامراض الفيروسية والاعراض الشبيهة ٤٧

أعراض الاصابة بالامراض الفيروسية : أولا : الأعراض الظاهرية : أعراض موضعية ، الأعراض الجهازية أو الكيانية - ثانيا الأعراض الداخلية : تغيرات هستولوجية أو نسيجية ، تغيرات ستيولوجية — ثالثا : التغيرات الفسيولوجية (فسيولوجيا النباتات المصابة) بعض العوامل المؤثرة على الاصابة والاعراض : الضوء ، درجة الحرارة ، الاصابة بمسبب مرضى آخر ، عمر وتركيب النبات الوراثى ، عوامل أخرى . الأعراض الشبيهة بأعراض الأمراض الفيروسية ومسبباتها : الميكوبلازما ، التوكسينات التى تفرزها بعض مفصليات الأرجل ، الخلل الوراثى ، نقص التغذية ، الحرارة المرتفعة ، الهرمونات ، بعض العوامل والمواد الأخرى .

الفصل الخامس

إنتقال الفيروسات النباتية ٨٩

الانتقال الميكانيكى — الانتقال بالتطعيم — الانتقال أثناء التكاثر الخضرى — الانتقال عن طريق البذور — الانتقال بواسطة الحامول — الانتقال عن طريق التربة : الانتقال بدون ناقلات أرضية معروفة ، الانتقال عن طريق الفطريات ،

صفحة

الانتقال عن طريق النيماتودا ـ الانتقال بواسطة الحشرات: نوع العلاقات الموجودة بين الفيروس والحشرة، الفيروسات المحمولة بأجزاء الفم ، الفيروسات العابرة ، الفيروسات المتكاثرة ـ الانتقال بواسطة الحلم .

الفصل السادس

السلالات الفيروسية ١١١

العوامل المطفرة : أشعة × والأشعة فوق البنفسجية ، الحرارة المرتفعة ، حامض النيتروز ، ٥ ـ فلوروبوراسيل ، هيدروكسيل امين . عزل السلالات الفيروسية . أوجه التشابه والاختلاف بين سلالات الفيروس . الوقاية المتبادلة ـ المقاومة المكتسبة النقية . إعادة التوليف الوراثى أو التهجين .

الفصل السابع

سيرولوجى الفيروسات النباتية ١٢٧

تحضير المصل المضاد : الحقن فى العرق ، الحقن تحت الجلد ، نظام الحقن ، عملية الفصد ، تخزين المصل . بعض أنواع الطرق السيرولوجية المتبعة مع الفيروسات النباتية : تفاعل الترسيب ، إختبار التلبد أو التجمع ، إختبار تثبيت المكمل . المجاميع الانتيجينية للفيروسات . أوجه استخدامات الطرق السيرولوجية .

صفحة

الفصل الثامن

التعرف على الأمراض الفيروسية والفيروسات المسببة لها .. ١٤٩

أولا : التعرف على الأمراض الفيروسية — ثانيا : التعرف على الفيروس — ثالثا : الكشف على فيروسين أو أكثر مسببين للمرض النباتى وفصلهم : إثبات أن مسبب المرض أكثر من فيروس ، فصل الفيروسات عن بعضها من النبات المصاب — رابعا : التأكد من فصل جميع الفيروسات .

الفصل التاسع

مقاومة أمراض النبات الفيروسية ١٦١

الحجر الزراعى — التخلص من مصادر العدوى — استخدام بذور خالية من الفيروس — الحصول على أجزاء خضرية خالية من الفيروس — تحوير إجراءات الزراعة والحصاد — مقاومة ناقلات الفيروس — استخدم الأصناف المنيعة أو المقاومة أو المحتملة — الوقاية بالسلالات الضعيفة من الفيروس — المقاومة الكيماوية .

الفصل العاشر

تسمية وتصنيف الفيروسات النباتية ١٧٣

صفحة

الجزء الثانى

بعض أمراض النبات الفيروسية الهامة

الفصل الاول

فيروسات العائلة الباذنجانية ١٨٧

أولا : الطماطم : فيروس موزايك (الدخان) الطماطم، فيروس تجعد الأوراق الصفراء فى الطماطم ، فيروس الذبول المتبقع فى الطماطم ، فيروس الشجيرة القزمية فى الطماطم ، فيروس الحلقة السوداء فى الطماطم، بعض فيروسات الطماطم الأخرى - ثانيا : البطاطس : فيروس التفاف أوراق البطاطس ، فيروس Y البطاطس ، فيروس X البطاطس ، فيروس A البطاطس ، بعض فيروسات البطاطس الأخرى، مقاومة أمراض البطاطس الفيروسية — ثالثا : الباذنجان : فيروس موزايك الباذنجان — رابعاً : الفلفل : فيروس موزايك الفلفل .

الفصل الثانى

فيروسات العائلة البقولية ٢١٥

أولا : الفاصوليا : فيروس موزايك الفاصوليا ، فيروس الموزايك الأصفر فى الفاصوليا، فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى، بعض فيروسات الفاصوليا الأخرى - ثانيا : الفول : فيروس تبرقش الفول ، فيروس تلون بذور الفول ، فيروس

صفحة

موزايك الفول الحقيق ، بعض فيروسات الفول الأخرى ــ ثالثا : البسلة : فيروس موزايك البسلة ، فيروس الموزايك والنموات الزائدة فى البسلة ، بعض فيروسات البسلة الأخرى ـ رابعا: اللوبيا : فيروس موزايك اللوبيا ، فيروس موزايك اللوبيا المنقول بالمن ، فيروس التبرقش الشاحب فى اللوبيا ــ خامسا : فول الصويا : فيروس موزايك فول الصويا .

الفصل الثالث

فيروسات العائلة الوردية ٢٣٩

أولا : الشليك: فيروس تجعد الشليك، فيروس تبرقش الشليك، فيروس تقزم الشليك ، بعض فيروسات الشليك الأخرى ــ ثانيا : الخوخ : فيروس موزايك الخوخ ، فيروس الخوخ المزيف ، فيروس تورد الخوخ ، بعض فيروسات الخوخ الأخرى ـ ثالثا: المشمش : فيروس تبرقش المشمش ، فيروس الجدرى الحلق فى المشمش ـ رابعاً : التفاح : فيروس موزايك التفاح ، فيروس الخشب الرخو فى التفاح ، فيروس الجلد الخشن فى التفاح ، فيروس تنقر الساق فى التفاح ، بعض فيروسات التفاح الأخرى ـ خامساً : الكمثرى : فيروس النقرة الحجرية فى الكمثرى ــ سادسا : الورد : فيروس موزايك الورد ، فيروس تخطيط الورد ، فيروس ذبول الورد .

الفصل الرابع

فيروسات العائلة القرعية والخبازية ٢٥٥

فيروسات العائلة القرعية: أولا: الخيار: فيروس موزايك الخيار، فيروس أصفرار عروق الخيار، فيروسات الخيار الأخرى - ثانيا: القاوون: فيروس نيكروزس عروق القاوون - ثالثا: البطيخ: فيروس موزايك البطيخ - رابعاً: القرع: فيروس موزايك القرع.

فيروسات العائلة الخبازية - أولا: القطن: فيروس تجعد أوراق القطن، فيروس تلون أوراق القطن، فيروس تبرقش أوراق القطن، فيروس موزايك عروق القطن، بعض فيروسات القطن الأخرى - ثانيا: الخبيزة: فيروس شفافية عروق الخبيزة - ثالثا: أبوتيلون: فيروس مرزايك أبوتيلون.

الفصل الخامس

فيروسات العائلة الصليبية والرمرامية ٢٦٩

فيروسات العائلة الصليبية: أولا: الفجل: فيروس موزايك الفجل - ثانيا: اللفت: فيروس موزايك اللفت، فيروس الموزايك الأصفر فى اللفت، بعض فيروسات اللفت الأخرى - ثالثا: الكرنب: فيروس التبقع الحلقى الأسود فى الكرنب — رابعاً: القنبيط: فيروس موزايك القنبيط.

فيروسات العائلة الرمرامية: البنجر: فيروس تجعد قمة البنجر،

صفحة

فيروس موزايك البنجر ، فيروس إصفرار البنجر ، بعض فيروسات البنجر الأخرى .

الفصل السادس

فيروسات العائلة المركبه والقرنفليه والتوتيه ٢٨٣

فيروسات العائلة المركبة : أولا : الخس : فيروس العرق الكبير فى الخس، فيروس موزايك الخس - ثانيا : الخرشوف فيروس التجعد المبرقش فى الخرشوف - ثالثا :الداليا : فيروس موزايك الداليا - رابعا : الكريزانثمم: فيروس تشوه أزهار الكريزانثمم ، فيروس التبقع الحلقى فى الكرايزانثمم ، فيروس تقزم الكريزانثمم ، فيروس B الكريزانثمم . فيروسات العائلة القرنفلية : القرنفل : فيروس تبرقش القرنفل، فيروس التبقع الحلقى فى القرنفل . فيروسات العائلة التوتية : التين : فيروس موزايك التين .

الفصل السابع

فيروسات العائله السذبيه والعنبيـة ٢٩٩

فيروسات العائلة السذبية : الموالح : فيروسات قوباء الموالح، فيروس التدهور السريع فى الموالح، فيروس زيلوبوروزيس الموالح، بعض فيروسات الموالح الأخرى . فيروسات العائلة العنبية:

العنب : فيروس الورقة المروحيه فى العنب ، فيروس التفاف الأوراق فى العنب ، بعض فيروسات العنب الأخرى .

الفصل الثامن

فيروسات العائلة النجيليه ٣١٣

أولا : الذرة: فيروس موزايك الذرة، فيروس موزايك الذرة السكرية ، فيروس مرض تخطيط الذرة ، بعض فيروسات الذرة الأخرى — ثانيا : القمح : فيروس موزايك القمح ، فيروس الموزايك المخطط فى القمح ، بعض فيروسات القمح الأخرى — ثالثا : الشعير : فيروس الموزايك المخطط فى الشعير ، فيروس إصفرار وتقزم الشعير ، بعض فيروسات الشعير الأخرى — رابعا : الأرز : فيروس تقزم الأرز ، فيروس الورقة البيضاء فى الأرز ، بعض فيروسات الأرز الأخرى - خامسا : قصب السكر : فيروس تقزم الخلفة فى قصب السكر ، فيروس موزايك قصب السكر ، فيروس التخطيط الشاحب فى القصب ، بعض فيروسات قصب السكر الأخرى .

الفصل التاسع

فيروسات العائله الزنبقية والنرجسيه والسوسنيه والموزيه ... ٣٤١

فيروسات العائلة الزنبقية : أولا : البصل : فيروس تقزم وإصفرار البصل — ثانيا : الزنبق : فيروس تورد الزنبق ، فيروس موزايك الزنبق ، فيروس التبقع الحلقى فى الزنبق

بعض فيروسات الزنبق الأخرى . فيروسات العائلة النرجسية : النرجس : فيروس التخطيط الأصفر فى النرجس ، فيروس موزايك النرجس. فيروسات العائلة السوسنية : أولا: السوسن: فيروس موزايك السوسن ـ ثانيا: الفريزيا: فيروس موزايك الفريزيا . فيروسات العائلة الموزية : الموز : فيروس تورد القمة فى الموز ، فيروس موزايك الموز .

الأشكال الفوتوغرافية ٣٥٩

المراجع ٣٨٥

الجزء الأول

أساسيات الفيروس

الفصل الأول

أهمية وتاريخ وتعريف الفيروس

الفيروسات وأهميتها

تنتشر الفيروسات فى الطبيعة انتشاراً كبيراً فهى تصيب تقريباً جميع الكائنات الحية ، فتصيب الانسان مسببة له أمراضاً كثيرة مثل التهاب المخ والانفلونزا والبرد العادى والجدرى والجديرى (الجدرى الكاذب) والحصبة والحمى الصفراء وشلل الأطفال والكلب وغيرها ، كما تصيب الحيوان وتسبب له العديد من الأمراض مثل جدرى الدجاج وجدرى البقر والحمى القلاعية والطاعون البقرى والكلب وغيرها ، أما بالنسبة للحشرات فمن الأمراض الهامة التى تسببها الفيروسات مرض الصفراء فى دودة القز ، الذى تعانى منه الدول المنتجة للحرير الطبيعى .

فى الوقت الذى يزيد فيه عدد الفيروسات المعروفة حتى الآن عن ١٠٠٠ فيروس ، فان أكثر من نصف هذا العدد يصيب النباتات ويسبب لها امراضاً مختلفـــة .

تصيب الفيروسات مجاميع المملكة النباتية المختلفة الدنيئة منها والراقية مثل البكتريا والفطريات والطحالب والسرخسيات والنباتات البذرية معراة ومغطاة البذور .

لقد أعطى العاملون فى مجال أمراض النباتات الفيروسية اهتماماً كبيراً

لدراسة تلك الفيروسات التى تصيب مغطاة البذور وذلك نظراً لما تسببه هذه الفيروسات من خسائر جسيمة . فعلى سبيل المثال لا الحصر تسبب مرض تجعد القمة فى بنجر السكر فى توقف صناعة سكر البنجر فى المدة من ١٩١٦ الى ١٩٣٢ فى بعض الأجزاء الغربية من الولايات المتحدة وقد نتج أيضاً عن إصابة قصب السكر بالموزايك خسائر فادحة لصناعة السكر إبتــداء من عام ١٩١٧ تقريبا فى الولايات المتحدة والبرازيل وغيرها .

من الأمثلة المعروفة عن فداحة الخسائر التى تسببها الأمراض الفيروسية ما حدث فى اقليم سان باولو بالبرازيل فى الفترة من ١٩٣٦ الى ١٩٤٦ ، إذ تسبب مرض التدهور السريع وحده فى القضاء على ٧ مليون شجرة برتقال مطعمة على أصل نارنج ومازال يصيب ملايين الأشجار فى شتى أنحاء العالم . كما أن أمراض البطاطس الفيروسية تعتبر وحدها مشكلة زراعية إقتصادية كبيرة ، إذ تسبب خسائر مالية جسيمة كل عام ويتزايد العجز تدريجياً فى المحصول الناتج من تكرار زراعة درنات مصابة ، ولذلك فان العديد من البلاد يلجأ الى استيراد الدرنات السليمة للتقاوى وتستورد مصر سنوياً من تقاوى البطاطس بما قيمته تقريباً ٢ مليون جنيه استرلينى .

عموماً فان أضرار الأمراض الفيروسية لا تقتصر على نباتات معينة فانه لا يكاد ينجو من شرها نوع من النباتات الراقية سواء كان من محاصيل الحقل أو الفاكهة أو الخضر أو الزينة . بمقارنة الخسائر الناتجة عن الإصابة بالأمراض الفيروسية بتلك الناتجة عن باقى المسببات المرضية نجد أن الأمراض الفيروسية تشكل نسبة ملحوظة من الفقد الكلى السنوى فى المحاصيل المختلفة ، ففى الولايات المتحدة مثلا نجد أنها تشكل تقريباً ٣٠ ٪ من الخسائر فى محصول الشعير ،

٦٠ ٪ فى قصب السكر ، ٦٠ ٪ فى بنجر السكر ، ٣٠ — ٤٠ ٪ فى الموالح والفواكه ذات النواة الحجرية والفراولة ، ٧٥ ٪ فى العنب والكمثرى ، ٣٥ — ٤٠ ٪ فى الطماطم والبطاطس .

نبذة تاريخية

يعتقد بعض العلماء أن الفيروسات كانت أول صورة من صور الحياة ظهرت على سطح الأرض وأنها لازمت الانسان منذ ظهوره على الأرض . ولعل أمراض النبات الفيروسية قد وجدت أيضا منذ عدة قرون الا أن أول وصف لها كان فى عام ١٥٧٦ ، حيث وصف Carolus Clusius مرض تقطع اللون فى زهرة التيوليب tulip colour break disease . أما اكتشاف الفيروس كعامل مسبب للأمراض النباتية فقد جاء متأخراً . ففى خلال القرن التاسع عشر نشطت الأبحاث والدراسات المختلفة للتوصل الى معرفة مسببات أمراض النبات المعدية ووضحت أهمية الفطريات كعامل هام ثم ثبتت أهمية البكتريا فى هذا المجال . ومع أواخر القرن التاسع عشر بدأت تظهر الخيوط الأولى التى قادت إلى اكتشاف أهمية الفيروس .

من أوائل الفيروسات النباتية التى تم دراستها هو فيروس موزايك الدخان ، وقد بين ماير عام ١٨٨٦ Mayer أن عصارة النباتات المصابة بموزايك الدخان تحتوى على شيء ما يسبب اذا ماعدى أوراق النباتات السليمة به أعراض الموزايك ، كما وجد أن قدرة المسبب المرضى فى عصير النباتات المصابة على العدوى لم تتأثر بالتسخين على ٦٠°م وضعفت عند التسخين على ٦٥ — ٧٠°م وفقدت عند التسخين على ٨٠°م لعدة ساعات . وقد ظن ماير أن المسبب المرضى قد يكون كائناً بكتيرياً فشل فى عزله بالوسائل العادية وكان ذلك بعد عامين من إعلان كوخ طريقة الأطباق المصبوبة .

وفى عام ١٨٩٢ اشتغل العالم الروسى Ivanoviski على مرض موزايك الدخان وأكد نتائج ماير الخاصة بالنقل وتأثير الحرارة وغياب الفطريات والمتطفلات الأخرى ولكنه عارض نتائجه الخاصة بالترشيح ، إذ وجد أن عصير النبات المصاب ظل محتفظاً بقدرته على العدوى ليس فقط بعد ترشيحه خلال ورق الترشيح وانما أيضاً بعد ترشيحه خلال مرشح شمبرلاند الذى يمنع مرور البكتيريا ، وقد اعتقد ايفانوفسكى أن المسبب قد يكون سم أفرزته البكتيريا أو بكتيريا لها القدرة على النفاذ خلال ثقوب المرشح . بمعنى آخر ظل الاعتقاد سائداً أن مسببات تلك الأمراض المجهولة ذات تركيب خلوى corpuscular .

وبعد عدة سنوات قام العالم الهولندى بيجيرينك Beijerinck بنفس التجارب التى قام بها ايفانوفسكى دون أن يعلم بأنها قد أجريت من قبل ولكنه لم يتشكك فى النتيجة ونشرها عام ١٨٩٨ وأثبت أن مسبب موزايك الدخان ليس له القدرة فقط على المرور خلال المرشحات البكتيرية وانما له القدرة أيضاً على الانتشار خلال طبقات من الآجار مما جعله يعتقد أن مسبب المرض ليس بكتيريا وإنما سائل حى معدى contagium vivum fluidum ، أطلق عليه اسم فيروس virus وهى تعنى باللاتينية « سم » . ونظراً لأن أجهزة الترشيح التى استخدمها بيجيرينك تمنع مرور أى شىء فى حجم الخلية لذلك فإنه نادى بأن الفيروس عديم التركيب الخلوى وأن المادة قد تكون حية بدون أن يكون لها تركيب خلوى .

لقد بدأ معرفة أهمية الحشرات فى نقل الأمراض الفيروسية مبكراً فى عام ١٨٩٥ - ١٨٩٦ ، حيث وجد العالم اليابانى Takata وكذلك العالم Takami

عام ١٩٠٠ - ١٩٠٨ أن نطاطات الأوراق *Niphotettix apicales* لها دور فى نقل مرض تقزم الأرز rice dwarf ، وفى عام ١٩٣٠ أثبت Fukushi إمكانية نقل المرض خلال بيض الحشرة الناقلة . كما وجد Smith and Bonquet عام ١٩١٥ أن مرض تجعد قمة بنجر السكر ، الذى لم يعرف فى ذلك الوقت أن مسببه فيروس ، ينتقل بواسطة نطاطات الأوراق *Eutettix tenellus* .

وفى عام ١٩١٥ اكتشف Twort بانجلترا ، و d'Herelle عام ١٩١٧ فى فرنسا أن بعض الفيروسات تصيب البكتيريا . وقد أكد ذلك بعديد من التجارب ووجد أن إضافة بعض متخلفات المجارى بعد ترشيحها واستبعاد البكتيريا منها إلى المزارع الحديثة لبعض أنواع البكتيريا المعوية قد يسبب تحللا لتلك المزارع ، وإذا ما أعيد ترشيح هذه البكتيريا المتحللة وأضيف الراشح إلى مزارع أخرى جديدة قابلة للاصابة فإن الأخيرة تصبح أيضاً رائقة ومتحللة ، واعتبر d'Herelle أن المسبب القابل للنفاذ خلال المرشحات يتميز بأنه صغير جداً وغير مرئى وأنه ميكروب حى يتطفل على الميكروبات المعوية أسماه البكتيريوفاج المعوى Bacteriophagium intestinalla أو ملتهم أو ملتقم البكتيريا المعوية Bacterium eater of the intestine وأصبح الاسم المتداول هو Bacteriophage . ولقد استحوذت هذه المجموعة من الفيروسات على اهتمام العديد من العلماء وأدت دراساتهم إلى معرفة الكثير من المعلومات التى كان لها لها أثرها الكبير فى تطور علم الفيرولوجى .

ولقد أوضح Holmes عام ١٩٢٩ أهمية البقع الموضعية local lesions على بعض العوائل نتيجة لعدواها ميكانيكيا بالفيروس فى تقدير تركيز الفيروس بيولوجيا ، وقد مكن هذا الاكتشاف من دراسة خواص الفيروس ، كما أنها

فتحت الطريق لعزل وتنقية بعض الفيروسات خلال السنوات التى تلت ذلك .

ونظراً للتداخل الشديد بين الأعراض التى تسببها الأمراض الفيروسية المختلفة فقد كان من الصعب التعرف على الفيروس المسبب وقد قام العالم Smith سنة ١٩٣١ بإستخدام النباتات المفرقة differential hosts فى تمييز وفصل فيروسى البطاطس X ، Y عن بعضها كما استخدم خاصية النقل الحشرى لذلك الغرض أيضاً .

وفى سنة ١٩٢٨ تمكنت Helen Beale من الحصول على مصل مضاد antiserum لفيروس موزايك الدخان عندما حقنت العصير الرائق المستخلص من نبات دخان مصاب بالفيروس فى أرنب وبعد أيام أخذت المصل الناتج ووجدت أنه يتفاعل مع فيروس موزايك الدخان وسلالاته فقط وكان هذا البحث بداية أدت إلى تطور استخدام التفاعلات السيرولوجية فى مجال الفيروسات النباتية .

لفترات طويلة كان هناك كثيراً من المناقشات حول طبيعة الفيروس ، البعض يعتقد أنها سموماً سائلة والبعض الآخر يعتقد أنها إنزيمات والبعض الثالث يعتقد أنها ميكروبات دقيقة . ولكن طبيعة الفيروس الحقيقية لم تعرف فى ذلك الوقت لعدم تمكن العلماء من عزل الفيروس بصورة نقية وبكمية مناسبة لدراسته بالطرق الطبيعية والكيماوية إلى أن تمكن ستانلى Stanley سنة ١٩٣٥ من عزل فيروس موزايك الدخان بطريقة كيماوية ليس فقط فى صورة نقية بل فى صورة بلورات أيضاً وقد بين أن الفيروس ما هو إلا بروتين نقى . وفى سنة ١٩٣٦ اثبت باودن ، بيرى Bawden & Pirie أن فيروس موزايك الدخان عبارة عن بروتين وحامض نووى (نيوكليوبروتين) وبالتالى أمكن

اثبات الطبيعة النيوكليوبروتينية لفيروس موزايك الدخان وسرعان ما أثبت ذلك أيضاً لفيروسات أخرى .

إن استخدام الميكروسكوب الالكترونى مع التحسينات التى أدخلت عليه واستخدام أشعة X والطرق الطبيعية الأخرى مكنت العلماء من معرفة الكثير عن الفيروسات وتركيبها الدقيق .

تعريف الفيروس

تغير تعريف الفيروس خلال السنوات الأخيرة وذلك بزيادة المعلومات المتحصل عليها عن تركيب الفيروس ونشاطه داخل الخلية ، فقد عرفه باودن Bawden عام ١٩٥٠ بأنه مسبب مرضى إجبارى التطفل ذا أبعاد أقل من ٢٠٠ ملليميكرون(١) ، بينما عرفه لوريا Luria عام ١٩٥٣ بأنه جوهر أو كيان entity تحت ميكروسكوبى له القدرة على أن يدخل خلايا حية خاصة ويتكاثر فيها .

التعريفات السابقة تعتبر فى حقيقة الأمر تعريفات أولية لا تعطى فكرة كاملة عن الفيروس ولا عن صفاته الفريدة التى يتميز بها ولا عن كيفية تكاثره ، إذ أن طبيعة المادة الوراثية لم تكن معروفة فى ذلك الوقت معرفة كاملة . بتقدم الأبحاث وزيادة المعلومات عن الفيروس أمكن وضع تعريفات أكثر شمولا ، فقد عرف

---

(١) ٢٠٠ ملليميكرون هى أقصى أبعاد يمكن أن ترى تحت الميكروسكوب الضوئى العادى .

١ سنتيمتر (cm) = ١٠ ملليمتر (mm) ، ١ ملليمتر = ١٠٠٠ ميكرون (μ)

١ ميكرون = ١٠٠٠ ملليميكرون (mμ) ، ١ ملليميكرون = ١٠ انجستروم A^0 .

حاليا يفضل استخدام اصطلاح نانومتر nanometre (nm) بدلا من الملليميكرون .

لوف Lwoff عام ١٩٥٧ الفيروس على أنه جوهر أو كيان ممرض يتطفل تطفلا داخلياً ، ذو طور معدى يحتوى على نوع واحد فقط من الأحماض النووية ، يتكاثر فى صورة مادته الوراثية ، ليس له القدرة على النمو والانقسام ، ولا يحتوى على نظام ليبمان Lipmann system ، أما لوريا ودارنل Luria and Darnell عام ١٩٦٨ فقد عرفا الفيروس على أنه جوهر مادته الوراثية (genome) هى الحامض النووى RNA أو DNA الذى يتكاثر فى الخلايا الحية مستخدماً جهازها التمثيلى وموجها إياه إلى تخليق جزيئات خاصة هى الفيريونات virions (الوحدات الفيروسية الكاملة) التى تحتوى على مادة الفيروس الوراثية (genome) وتنقلها إلى خلايا أخرى .

هذان التعريفان يعكسان صفتان أساسيتان من صفات الفيروس وهى :

١ — أن الفيروس يملك المادة الوراثية الخاصة به والتى عند دخولها الخلية تتصرف كأنها جزء منها أو بمعنى آخر تؤكد وجود طور داخل خلوى فيروسى Intracellular .

٢ — أن الفيروس له طور آخر وهو طور خارج خلوى معدى Extracellular infective state ويتمثل فى الجزيئات الفيروسية أو الفيريونات والتى تنتج فى الخلية تحت تأثير المعلومات الوراثية التى تحملها المادة الوراثية الفيروسية وفائدة هذا الطور هو حماية ونقل المادة الوراثية الفيروسية من الخلايا التى تكاثر فيها الفيروس إلى خلايا أخرى قابلة للاصابة .

أما فيما يختص بصفة التطفل الاجبارى فهى ليست صفة مميزة من صفات الفيروس فقط وإنما تتميز بها بعض المتطفلات الأخرى مثل بعض البكتيريا

والفطر وكذلك الريكتسيا إلا أن هناك فرق بين التطفل الإجبارى للبكتيريا أو الفطر والتطفل الإجبارى للفيروس .

فالبكتيريا الطفيلية مثلا تعيش على مواد مركبة جاهزة تأخذها من العائل، تفرز عليها إنزيمات خاصة تحللها إلى مواد أبسط تركيبا تبنى منها مركبات جسمها حسب حاجتها بواسطة إنزيمات أخرى ، فالذى يحدث للعائل هو تحول جزء من غذائه أو من المادة الحية لأعضائه إلى مواد أخرى تبنى منها البكتيريا جسمها . أما التطفل عند الفيروس فهو من طراز آخر فلا هو يفرز إنزيمات تحلل مشتملات العائل ولا هو بقادر على أن يستعمل أو يجمع المواد المتحللة لبناء جسمه وتكاثره ولا هو يمتص المواد التى يجهزها العائل لنفسه ولكن التطفل عند الفيروس قاصر على الاستفادة من وسائل العائل وقدراته فى بناء جسمه هو . بمعنى آخر فإن التطفل الإجبارى للفيروس يتم على المستوى الجزيئى أو هو تطفل على المستوى الوراثى ، علاوة على ذلك فان المتطفلات الأخرى غير الفيروس ذات تنظيم خلوى تحتوى على كروموسومات وريبوسومات وميتوكوندريا أو ما شابه ذلك مع وجود أنظمة معقدة أو أقل تعقيداً لانطلاق الطاقة واستخدامها . وعلى كل فقد لخص Lwoff and Tournier عام ١٩٦٦ أهم الصفات التى تتميز بها الفيروسات عن غيرها من مسببات الأمراض أو الكائنات الحية الأخرى فى التالى :

١ — الجزيئات الفيروسية الناضجة تحتوى على نوع واحد فقط من الأحماض النووية بينما الكائنات الحية الأخرى تحتوى على النوعين RNA , DNA .

٢ — تنتج الجزيئات الفيروسية بواسطة أحماضها النووية بمفردها أما الكائنات الحية الأخرى فإن نموها هو حاصلة نتاج مكوناتها .

٣ — الجزيئات الفيروسية لا تنمو ولا تتكاثر بالانفلاق .

٤ — لا تحتوى الجزيئات الفيروسية على المعلومات الوراثية اللازمة لتكوين الأنظمة الخلوية الضرورية مثل تلك المسئولة عن إنتاج الطاقة (نظام ليبمان) .

٥ — يستخدم الفيروس ريبوسومات الخلايا أثناء تكاثره .

وإذا جاز لنا أن لا نتقيد بتعريف محدد ، فانه من المستحسن أن ننظر إلى الفيروسات النباتية على أنها أجسام تحت ميكروسكوبية ، ممرضة ، إجبارية التطفل ، لا تتكاثر إلا داخل الخلايا الحية ، لها شخصية وراثية ثابتة فتتوارث الأفراد الجديدة صفات الفيروسات الأصلية، تحدث بها طفرات وتتأثر بالعوامل الكيماوية والحرارة ، تتكون فى أبسط صورها من حامض نووى وبروتين ، تختلف عن بعضها فى الشكل الظاهرى إلا أنها تقع أساساً تحت شكلين أساسيين هما العصوى والكروى (عديد الأوجه) ، لا تتغذى ولا تتنفس ولا تمتلك إنزيمات خاصة بها ،وليس لها تركيب خلوى فهى لا تمتلك نواه ولا سيتوبلازم ولا أعضاء خلوية وقد أمكن الحصول على بعضها فى حال متبلورة ، ويكون العديد منها تراكيب خاصة داخل الخلايا المصابة يطلق عليها الأجسام المحتواه Inclusion bodies .

من أطرف التعريفات ما ذكره Weidel عام ١٩٦٠ فى كتابه « Virus » إذ يقول أنه ربما يكون التحديد العملى الوحيد هو أن « الفيروس هو ذلك الشىء الذى سنتكلم عنه فى هذا الكتاب » .

الفصل الثانى

شكل وحجم وتركيب الفيروس

شكل وحجم الفيروس Shape and Size

تتباين الفيروسات النباتية فيما بينها فى الشكل والحجم ، وهناك بعض الطرق التى تستخدم فى تقدير حجم الفيروسات مثل الترشيح خلال مرشحات ذات ثقوب مختلفة الأقطار والترسيب والانتشار . هذه الطرق وغيرها تعطى نتائج نسبية كما أنها تحتاج إلى وقت طويل ومجهود كبير ، ولقد كان لاكتشاف الميكروسكوب الالكترونى أثر كبير فى التوصل إلى معرفة الكثير عن مورفولوجيا الفيروسات وتركيبها .

عموما تقسم الفيروسات النباتية تبعاً لأشكالها إلى مجموعتين أساسيتين هما :

١ - فيروسات كروية Spherical Viruses

وتشمل مجموعة كبيرة من الفيروسات ، وجزيئاتها الكروية عبارة عن تراكيب عديدة الأوجه polyhedral ويتراوح قطرها بين ١٧ نانو متر كما فى حالة satellite virus إلى ٧٠ نانومتر كما فى حالة فيروس تقزم الأرز rice dwarf virus ومن هذه الفيروسات أيضاً فيروس نيكروزس الدخان (٢٠ نانومتر) وفيروس الشجيرة القزمية فى الطماطم (٣٠ نانو متر) وفيروس موزايك الخيار (٣٠ نانو متر) (شكل ١) ، وفيروس التورم الجرحى (٦٢ نانومتر) .

٢ ـ فيروسات عصوية أو متطاولة Rod or Elongated viruses

تختلف الفيروسات التابعة لهذه المجموعة فى أبعادها ولذلك يمكن أن تنقسم هى الأخرى إلى ما يلى :

(أ) فيروسات عصوية مستقيمة أو صلبة Rigid rods

بعض هذه الفيروسات يكون قصيراً ويبلغ طولها ضعف أو ثلاثة أمثال عرضها تقريباً كما فى حالة *Gomphrena* virus الذى يبلغ طـوله ٢٤٠ نانومتر وعرضه ٩٠ نانومتر ، أما البعض الآخر من هـذه الفيروسات فإن طولها يبلغ عدة أضعاف عرضهـا مثل فيروس موزايك الدخان tobacco mosaic virus (TMV) الذى يبلغ طوله ٣٠٠ نانومتر وعرضه ١٥ نانومتر (شكل ٢) .

(ب) فيروسات عصوية مرنة Flexible rods

تشمل مجموعة كبيرة من الفيروسات التى تختلف اختلافا كبيراً فى أطوالها ويبلغ عرضها عادة ١٠ — ١٣ نانومتر فى المتوسط فى حين يتراوح الطول بين ٤٨٠ نانومتر كما فى حالة فيروس موزايك البرسيم white clover mosaic virus إلى ١٢٥٠ نانومتر كما فى حالة فيروس اصفرار البنجر beet yellows virus ويتبع هذه المجموعة أيضاً فيروسات البطاطس X و S و Y (شكل ٣).

تركيب الفيروس Structure

يتركب الفيروس النباتى أساساً من بروتين وحامض نووى (RNA) وآثار من العناصر المعدنية إلا أن بعض الفيروسات قـد تحتوى على بعض المواد

الكياوية الأخرى ، إذ تشير بعض الأبحاث الحديثة إلى أن فيروس الذبول المتبقع فى الطماطم وفيروس إصفرار وتقزم البطاطس يحتويان على الدهون فى تركيبها .

يختلف نسبة الحامض النووى والبروتين من فيروس إلى آخر، فاذا ماقورنت الفيروسات الكروية بالفيروسات العصوية الشكل فاننا نجد أن الكروية تحتوى على نسبة أعلى من الحامض النووى ونسبة أقل من البروتين من تلك التى تحتويها الفيروسات العصوية .

يشكل البروتين بوجه عام نسبة تبلغ حوالى ٦٠ — ٩٥ ٪ من الفيروس فى حين يشكل الحامض النووى نسبة تبلغ ٥ — ٤٠ ٪ تقريباً ، وفيما يلى النسبة المئوية للحامض النووى فى بعض الفيروسات المختلفة .

(أ) فيروسات كروية (عديدة الأوجه) :

فيروس التبقع الحلقى فى الدخان	Tobacco Ringspot virus	٤٠ ٪
فيروس الموزايك الأصفر فى اللفت	Turnip yellow mosaic virus	٣٥ ٪
فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى	Southern bean mosaic virus	٢٠ ٪
فيروس نيكروزس الدخان	Tobacco necrosis virus	١٨ ٪
فيروس الشجيرة القزمية فى الطماطم	Tomato bushy stunt virus	١٧ ٪

(ب) فيروسات عصوية :

فيروس موزايك الدخان	Tobacco mosaic virus	٥ ٪
فيروس خشخشة الدخان	Tobacco rattle virus	٥ ٪
فيروس X البطاطس	Potato virus X	٥,٧ ٪

المكونات الأساسية للجزىء الفيروسى

أولا : الحامض النووى Nucleic acid

تحتوى الفيروسات المختلفة على حامض نووى وهو إما أن يكون حامض نووى ريبوزى ribonucleic acid (RNA) أو حامض نووى دى أوكسى ريبوزى deoxyribonucleic acid (DNA) . تحتوى الفيروسات البكتيرية غالباً على DNA ، فى حــين أن الفيروسات الحيوانية يحتوى بعضها على RNA والبعض الآخر على DNA ، أما الفيروسات النباتية فتحتوى على RNA ، إلاأن هناك بعض الفيروسات النباتية النادرة التى تحتوى على DNA مثــل فيروس موازيك القنبيط cauliflower mosaic virus وكذلك blue green algal virus الذى يصيب الطحالب الخضراء المزرقة .

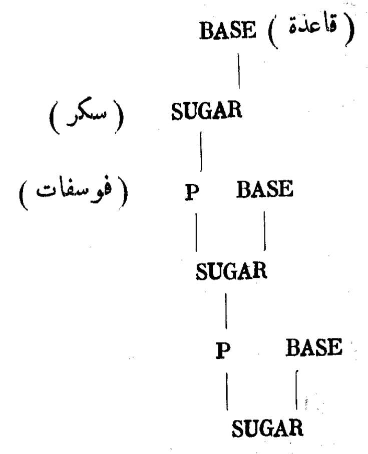
عموماً ، وبدون التعرض للتفاصيل الدقيقة ، فإن الحامض النووى يتكون بوجه عام من اتحاد عدد كبير من النيوكليوتيدات nucleotides وتتكون كل منها من جزىء سكر خماسى يرتبط من ناحية بجزىء من حامض الفوسفوريك ومن ناحية أخرى بقاعدة نتروجينية أى أن تركيبها هو :

(أ) سكر خماسى (ريبوز ribose فى حالة الـ RNA ، دى أوكسى ريبوز deoxyribose فى حالة الـ DNA ويحتوى الريبوز على ذرة اكسجين زيادة عن الدى اوكسى ريبوز) .

(ب) حامض فوسفوريك .

(جـ) قاعدة نتروجينية (القواعد النتروجينية الموجودة فى الأحمــاض النووية منها ما ينتمى إلى مجموعة البيورين purine ومنها ما ينتمى إلى مجموعة البيريميدين pyrimidines) .

وبناء على ذلك فإن سلسلة الحامض النووى تتكون بالطريقة التالية :



يدخل فى تركيب جزىء الـ RNA أربعة قواعد هى :

١ — أدنين Adenine (A)   ٢ — جوانين Guanine (G)

٣ — سيتوزين Cytosine (C)   ٤ — يوراسيل Uracil (U)

الأدنين والجوانين قواعد بيورينية أما السيتوزين واليواسيـــل فهى قواعد بيريميدينية .

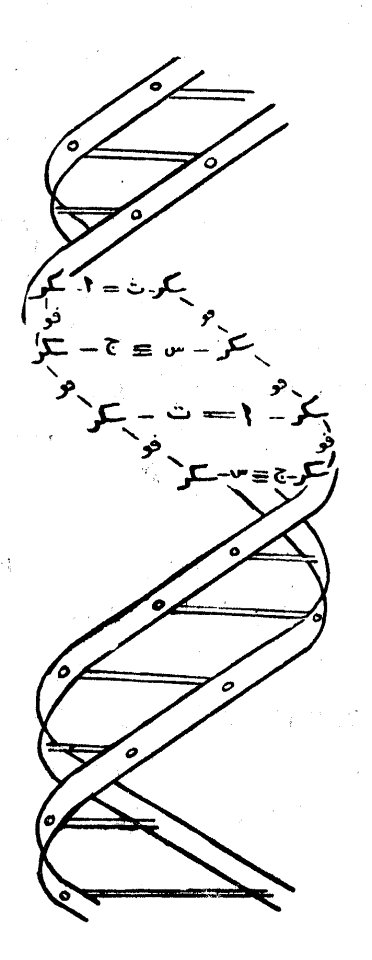
وبالنسبة لجزىء الـ DAN فان القواعد الثلاثة الأولى (أدنين — جوانين — سيتوزين) تدخل فى تركيبه مـع قاعدة رابعـة هى Thymine (T) بدلا من اليوراسيل فى حالة الـ RNA .

مما سبق يمكن استخلاص أنه عند عند اتحاد القواعد النتروجينية بالسكر الخماسى والفوسفات تنتج النيوكليوتيدات ، وهذه فى مجموعها تكون جـــزىء الحامض النووى ، فيكون الجزىء عبارة عن سلسلة طويلة من مئات وغالباً من

آلاف النيوكليوتيدات ، ونظرا لأن الحامض النووى يدخل فى تركيبه أربعة قواعد نتروجينية فأنه توجد أربعة أنواع من النيوكليوتيدات وهـذه تتكرر فى الجزىء عـــدة مرات ، يختلف عدد مرات تـكرارها وكذلك ترتيبها وراء بعضها من حامض إلى آخر ولكنها تـكون ثابتة فى جزيئـــات الحامض الواحد ، وهى التى تعطيه خواصه المميزة .

تدل النتائج المتحصل عليها نتيجة لاستخـدام الطرق الطبيعية والـكيماوية والحيوية المختلفة على أن تركيب ال DNA المعزول من معظم الفيروسات المختلفة المحتوية على هذا الحامض يطابق فى تركيبه النموذج الذى اقترحه واتسون وكريك Watson and Crick والمعروف باسم « نموذج الحـلزون المزدوج » double helix model بمعنى أنه ثنـــائى السلسلة أو ثنـائى الخيـــط double stranded ، إذ تلتف سلسلتين من عديد النيوكليوتيدات حول بعضهـا بطريقة حلزونية ، ويمكن تشبيه ذلك بصورة مبسطة بأنه يشبه سلم ملتـو ذو قائمين وبينهما درجات ، ويتكون كل قائم من وحـدات متبادلة من السـكر والفوسفات المرتبطة برابطة فوسفاتية ثنائية الإستر ، أما الدرجات فهى عبارة عن القواعد النتروجينية الأربعة التى تكون بارزة للداخل ومرتبطة مع بعضها بروابط أيدروجينية بحيث يرتبط الأدنين بالثايمين بواسطـــة رابطتين ، كما يرتبط الجوانين بالسيتوزين بواسطة ثلاث روابط ، وتتصل ذرة الـكربون رقم ١ فى السكر بأحد القواعد الأربعة (شكل ٤) .

طريقة تركيب ال DNA وارتباط القواعد النتروجينية مع بعضها يوضح أن كميـة الأدنين فى هـذا الحامـض تساوى كمية الثايمين وكذلك فان كمية الجوانين تساوى كميـة السيتوزين وعلى هـذا نجد أن :



(شكل ٤) : تركيب الـ DNA ثنائى السلسلة

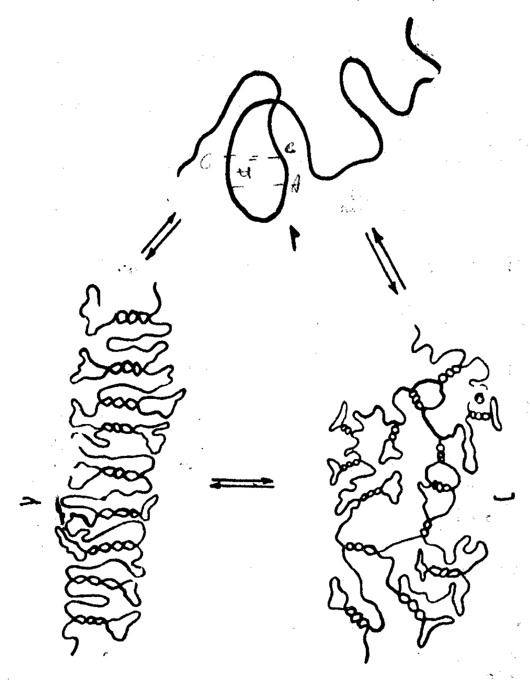
$$\frac{\text{أدنين}}{\text{ثايمين}} = \frac{\text{جوانين}}{\text{سيتوزين}} = \frac{\text{القواعد البيريميدينية}}{\text{القواعد البيورينية}} = \frac{\text{أدنين + سيتوزين}}{\text{ثايمين + جوانين}} = ١$$

أما مجموع الأدنين + الثايمين فانه يختلف عن مجموع السيتوزين + الجوانين، وتوجد اختلافات كبيرة فى النسبة $\frac{\text{أدنين + ثايمين}}{\text{جوانين + سيتوزين}}$ فى الـــكائنات المختلفة ، فقد تكون هذه النسبة ١ وقد تقل أو تزيد عن ذلك وتعتبر هذه صفة مميزة لكل DNA ثنائى الخيط، فهذه النسبة مثلا فى DNA البكتيريا ***Escherichia coli*** تساوى ٠,٩١ ، وفى حالة DNA الفطر *Aspergillus niger* فانها تساوى واحد صحيح ، وفى DNA الانسان تساوى ١,٤ ، وفى DNA بكتريوفاج T_2 فإنها تساوى ١,٨٤ وهكذا .

بالنسبة للـ RNA سواء فى الخلية النباتية أو فى الفيروس فانه عادة ذو خيط واحد single stranded ويتكون هذا الخيط من سلسلة من عديد النيوكليوتيد وعلى هذا فليس من المتوقع أن يتساوى الجوانين مع السيتوزين أو الأدنين مع اليوراسيل ، فمثلا فى حالة فيروس موزايك الدخان (TMV) فإن حامضه النووى يحتوى على ١٩٠٠ جزىء أدنين ، ١٦٨٠ جوانين ، ١١٨٠ ستيوزين ، ١٧٤٠ يوراسيل وهذه فى مجموعها تكون ٦٥٠٠ نيوكليوتيده .

باستخدام الطرق الطبيعية المختلفة أمكن إظهار أن RNA فيروس موزايك الدخان الموجود فى محلول درجة تركيز أيون الايدروجـين له حوالى ٧ (pH, 7,0) وعلى درجة حرارة الغرفة فان الحامض لايكون على هيئة خيط ممتد، وقد أوضح Doty *et al* عام ١٩٥٩ أنه تحت ظروف معينة فان هذا الحامض يحتوى على عديد من المناطق الحلزونية القصيرة المزدوجة الناتجة عن

ارتباط بعض أزواج القواعد الموجودة فى الخيط الفيروسى الأحادى بواسطة روابط ايدروجينية (شكل ٥) .



(شكل ٥) : أشكال مختلفة للـ RNA تتحول إلى بعضها البعض تبعا لتغير القوى الايونية ، ودرجة الحرارة، و PH المحلول . لاحظ المناطق الحلزونية المزدوجة .

القليل جدا من الفيروسات النباتية تحتوى على RNA ذو خيطين **double stranded RNA** ومن أمثلة ذلك فيروس تقزم الارز **rice dwarf virus** وفيروس التورم الجرحى **wound tumor virus** ، عند دراسة عدد القواعد الداخلة فى تركيب مثل هذا الحامض الثنائى الخيط ونسبها إلى بعضها ثبت أن

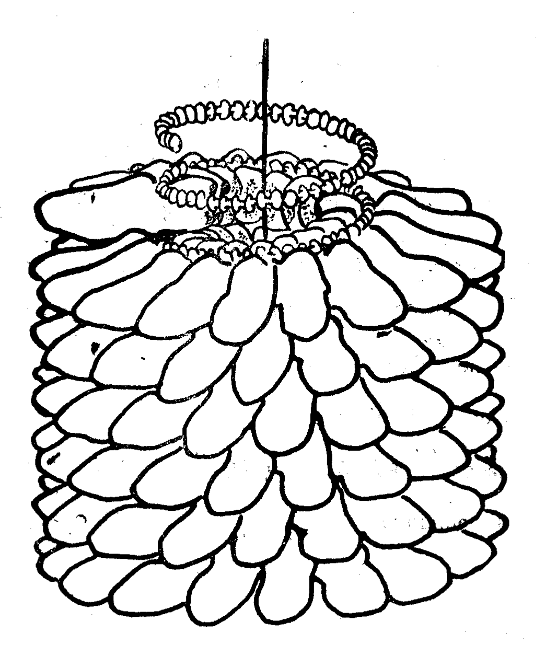
الأدنين يساوى اليوراسيل وأن الجوانين يساوى السيتوزين، أى أنه يتبع فى تركيبه موديل واتسون وكريك .

ثانيا : الغطاء البروتينى (Protein coat (Protein shell

يغلف الحامض النووى الفيروسى غطاء من البروتين يسمى كابسيد capcid ويطلق عليه مع ما يلاصقه من الحامض النووى اصطلاح نيوكليوكابسيد nucleocapsid . ويتكون الغطاء أو الكابسيد مثله فى ذلك مثل جميع البروتينات من أحماض أمينية ، وهناك حوالى ٢٠ حامض أمينى ترتبط مع بعضها فى تتابعات مختلفة لتكوين البروتينات الفيروسية المختلفة ، ويبدو أن بعض هذه الأحماض الأمينية توجد فى بروتين جميع الفيروسات بينما يوجد بعضها فى بعض الفيروسات فقط . ترتبط الأحماض الأمينية مع بعضها بواسطة روابط ببتيدية وينتج عن اتحاد الأحماض الأمينية مع بعضها عديدات الببتيد polypeptides ، ويتكون الغطاء البروتينى للفيروسات النباتية من سلاسل من عديدات الببتيد التى تتتابع فيها الأحماض الأمينية بترتيب معين وتكون هذه السلاسل تحت وحدات بروتينية protein subunits. تحت الوحدة البروتينية الواحدة يطلق عليها فى بعض الفيروسات إسم تحت وحدة مورفولوجية أو كابسومير morphological subunit or capsomer ، فى حين أنه فى عديد من الفيروسات الكروية فإن الكابسومير يتكون من أكثر من تحت وحدة بروتينية ويطلق على تحت هذه الوحدات البروتينية إسم تحت وحدات تركيبية .

تترتب تحت الوحدات البروتينية ترتيباً حلزونياً فى الفيروسات العصوية وتترتب ترتيباً خاصاً فى الكروية معطية إياها شكلا عديد الأوجه ، وعموماً فإن سطح الغطاء البروتينى لا يكون أملساً إذ أن تحت الوحدات البروتينية تأخذ شكل النتوءات bumps البارزة .

من أكثر الفيروسات التى درس تركيبها هـــو فيروس موزايك الدخان (شكل ٦) وجزىء الفيروس عصوى الشكل بطول ٣٠٠ نانومتر ويتكون غطائه من ٢١٣٠ تحت وحدة بروتينية تقريباً ، تتكون كل منها من ١٥٨ جزىء



(شكل ٦) : تركيب جزىء فيروس موزايك الدخان

حامض أمينى، وتترتب تحت الوحدات حلزونياً حول محور الجزىء بطريقة تسمح بوجود قناة داخلية ذات قطر ٤٠ انجستروم تقريباً، ويكون القطر الخارجى للجزىء ١٨٠ انجستروم . تترتب تحت الوحدات ترتيباً حلزونيـــاً بطول الجزىء الفيروسى بحيث تتكون كل ثلاث لفات من ٤٩ تحت وحدة ، أى أن كل لفة ١٦،٣ تحت وحدة ، طول الثلاث لفات ٦٩ انجستروم ، أى أن

مسافة كل لفـــة تبلغ ٢٣ انجستروم وتسمى هذه المسافة pitch of helix ، ويتكون الجزىء كله من ١٣٠ لفة حلزونية . يظهر الجزىء الفيروسى فى القطاع العرضى كأنبوبة مجوفة من تحت الوحـدات البروتينية مكونة للغطاء الخارجى للفيروس ويرقد بداخلها الحامض النووى فى تجاويف خاصة على بعد ٤٠ انجستروم من محور جزىء الفيروس آخذاً الشكل الحلزونى .

بالاضافة إلى أن الفيروسات النباتية المختلفة تحتوى أساساً على حامض نووى وغطاء بروتينى فإن هناك بعض الفيروسات القليلة العدد والتى تختلف عن التركيب العادى كأن يكون حامضها النووى عارياً ، أى لا يوجد لها غطاء بروتينياً ، ويطلق على هذه الفيروسات العارية إسم viroids ، وتشير بعض الأبحاث إلى أن فيروس الدرنة المغزلية فى البطاطس potato spindle tuber virus وكذلك فيروس تشقق القلف فى الموالح citrus exocortis virus لها عديد من الصفات التى ترجح أنهما يحتويان على RNA عارى naked . كذلك هناك بعض الفيروسات القليلة التى يوجد بها أغشية membranes بالإضافة الى وجـــود الحامض النووى والغطاء البروتينى مثل فيروس الجومفرينـــا *Gomphrena* virus وفيروس اصفرار وتقـــزم البطاطس potato yellow dwarf virus وفيروس الذبول المتبقع فى الطماطم tomato spotted wilt virus وفيروس موزايك الذرة maize mosaic virus .

دور كل من الحامض النووى والبروتين فى الاصابة :

أثبتت الدراسات المختلفة التى أجريت على الفيروسات البكتيرية أن الحامض النووى هو الجزء المعدى من الفيروس ، ولقد أثبت Hershey and Chase عام ١٩٥٢ أنه فى حالة البكتريوفاج T_2 الذى يصيب *E. coli* أن الـ DNA

هو الجزء المعدى من الفاج، وأنه عند عدوى الخلايا البكتيرية بهذا الفيروس فإن الحامض النووى هو المسئول عن العدوى وعن إنتاج الفيروسات الجديدة التى لا تختلف عن الفيروس الأصلى .

وبالنسبة للفيروسات النباتية فقد أكدت التجارب التى أجراها Fraenkel - Conrat عام ١٩٥٦ وكذلك Gierer and Schramm عام ١٩٥٦ على فيروس موزايك الدخان أن الـ RNA هو الجـــزء المعدى من الفيروس ، أو بمعنى آخر أنه هو المادة الوراثية الحاملة للمعلومات الوراثية واللازمة لتضاعف الفيروس . عدوى نباتات الدخان بواسطة الحامض النووى لفيروس موزايك الدخان أدى إلى إصابة النبات وظهور الأعراض المرضية وتكاثر الفيروس . عند دراسة الخواص البيولوجية لجزئيات الفيروس الناتجة وجد أنهما لا تختلف عن خواص السلالة الأصلية . فى تجربة أخرى استخدم Fraenkel - Conrat وآخرون ٣ سلالات من فيروس موزايك الدخـــان تختلف عن بعضها فى الأعراض التى تعطيها على النباتات المشخصة لها، وفى الأحماض الامينية المكونة لغطائها البروتينى وكذلك فى الخواص السيرولوجية ، ثم فصل الحامض النووى عن الغطاء البروتينى لكل ســـلالة . عدوى أوراق الدخان بالحامض النووى المعزول من تلك السلالات أدى إلى ظهور الاعراض الخاصة بكل سلالة ، كما أن الفيروس الناتج لم يختلف عن سلالته الاصلية فى أى صفة من الصفات . وجد أنه عند إستخدام سلالتين من فيروس موزايك الدخـان ولنفرض أن السلالة الاولى هى « أ » والثانية هى «ب» وفصل الحامض النووى لكل منها عن غطائه البروتينى ثم أجرى اتحاد فى الانابيب بين الحامض النووى للسلالة « أ » وبين بروتين السلالة «ب» فإنه يتكون فيروس « هجين » به حامض نووى من السلالة « أ » وبروتين من السلالة «ب» . إذا ما أجريت العدوى بهذا الفيروس

الهجين الجديد فان العدوى والاعراض الناتجة تكون مماثلة لما تنتجه السلالة «أ» وكذلك تكون الفيروسات الجديدة المتكونة فى النبات متماثلة مع السلالة «أ» مع احتمال وجود اختلافات كيماوية طفيفة .

إذا أجريت عمليـــة عدوى للنبات بواسطة البروتين الفيروسى النق فإنه لا يحدث تمثيل ولا تضاعف للفيروس ولا تظهر على النبات أعراضاً مرضية .

من ذلك يتضح أن البروتين ليس له دور فى عملية الإصابة والتضاعف الخاصين بالفيروس وأن الـ RNA هو الجزء الفيروسى المسئول عن العدوى وعن تمثيل الـ RNA والبروتين الفيروسى ، أما الدور المعروف حاليا للغطاء البروتينى فيتلخص فى أنه يقـــوم بحماية الـRNA من التأثير التحليلى لأنزيم ribonuclease الخاص بالعائل ، كما يحميه بدرجة كبيرة من عديد من العوامل الخارجية،إذ ثبت أن الـRNA المفصول من الجزىء الفيروسى أقل كفاءة فى عدوى النباتات من الجزىء الكامل ، كما أشار بعض الباحثين أخيراً إلى أن البروتين له دور إلى حد ما فى تحديد المدى العوائلى للفيروس host range .

الفصل الثالث

إصابة النبات وتضاعف وتحرك الفيروس

الاصابة بالفيروس Virus infection

لكى تحدث الاصابة لابد من أن يصل الفيروس إلى داخل الخلايا الحية المناسبة ، ولا يستطيع الفيروس اختراق أدمة النبات معتمداً على نفسه ولهذا فإما أن يتجنب اختراقها ،وذلك عن طريق الانتقال الداخلى من البذور المصابة ، أو عن طريق التكاثر الخضرى للنبات ، أو أن يدخل عن طريق خدوش أو جروح دقيقة فى بشرة النبات تحدث عن طريق العدوى الميكانيكية ، أو بواسطة الحشرات والنياتودا والجراثيم الهدبية لبعض الفطريات والحامول وغيرها .

من السهل تصور دخول الفيروس إلى داخل الخلية عن طريق الحشرات أو النياتودا والفطريات والحامول ، ولكن بالنسبة للعدوى الميكانيكية فإن الوضع يختلف إلى حد ما ، فالأسطح الخارجية للنبات تتغطى بطبقات خاصة لحمايتها تتركب فى أساسها من الكيوتين ، كما تحتوى البشرة الخارجية على فتحات دقيقة هى الثغور وعلى خلايا حارسة بجانب الخلايا البرانشيمية العادية ، كما قد توجد بعض الشعيرات والزوائد الخاصة وفيما يلى شرحها مختصراً لدور كل منها .

لاحظ Hilolebrand عام ١٩٥٨ أنه عند جرح الشعيرات الموجودة على سطح النبات عن طريق معاملات خاصة فإنها تفرز نقطة من البروتوبلازم وفى خلال برهة وجيزة جداً تسحب هذه النقطة البروتوبلازمية ثانيا إلى الخلية ، فاذا كان الفيروس موجوداً خلال عملية الجرح هذه فانه يدخل أيضاً ، وهذا يوضح أهمية إحداث الجروح البسيطة أثناء إجـــراء عملية العدوى الميكانيكية ، ولهذا

فعادة ما تستخدم بعض المواد الخادشة لإحداث مثل هذه الجروح كما سيأتى ، فيما بعد . هذه الجروح تغلق وتشفى بسرعة ولا يبقى منها أى ضرر .

ويعتقد Kontoxis and Schlegel, 1962 أنه عنـــد كسر الشعيرة خلال عملية العدوى الميكانيكية فإن الفيروس يترسب عنـــد الحاجز القاعدى basal septum ، الذى من المحتمل أن يكون مغطى ببقايا سيتوبلازم الشعيرة ، وهذا السيتوبلازم يكون على اتصال مباشر بخلية القـــدم foot cell الحية بواسطة العديد من الخيوط البلازمية plasmodesmata وعلى هذا فان الفيروس يمكنه الدخول عن طريق هذه الخيوط .

وعموماً فإن وجود الشعيرات على بشرة الأوراق قد يكون لها دور فى بعض الأحيان ، ولكن هذا لا يعنى أن لمثـل هذه الشعيرات أهمية كبيرة فى العدوى الميكانيكية ، فهناك أوراق تخلو منها ومع هذا يسهل عدواها ، كذلك فان بعض التجارب التى أجريت على نبات الفلفل ثبت منها عدم أهمية الشعيرات فى العدوى وعلى هذا فالشعيرات يكون لها أهمية فى بعض الحالات دون الأخرى .

وبالنسبة للخلايا الحارسة فليس لها دور خاص فى عملية العدوى إذ وجد أن البشرة السفلى لأوراق الفلفل تحتوى عـــلى خلايا حارسة أكثر مما يوجد على البشرة العليا بما يزيد عن ٢٠ مرة ، وعند إجراء العدوى الميكانيكية لكلا السطحين فإن البقع المحلية الناتجة عليها كانت متساوية تقريباً .

دخول الفيروس إلى داخـل الورقة عن طريق الثغور لا يسبب عدوى أو إصابة النبات ، إذ عندما أدخـل فيروس موزايك الدخان فى المسافات البينية داخل الورقة لم تحدث إصابة .

وبالنسبة للجدار الخارجى لخلايا بشرة الورقة فانه يوجد ما يشبه الخيوط البلازمية plasmodesmata ويطلق عليها اكتودزماتا ectodesmata وهذه تمتد فى الجدار ولكنها لا تمتد خلال الأدمة التى تغطى الجدار ، ولم يعرف بعد على وجه التحديد التركيب الدقيق لها .هناك احتمال بأن الاكتودزماتا تمثل وسيلة لدخول الفيروس إلى خليـــة البشرة ويؤيد هذا الاحتمال أبحاث Franke عام١٩٦١ وBrants فى أعوام ١٩٦٤ — ١٩٦٦ و Thomas and Fulton عام ١٩٦٨ . بناء على ذلك فان الجروح التى تخترق الأدمه وجدار الخلية معاً تكون فعالة فى إدخال الفيروس إلى داخل الخلية ولكن مثل هذه الجروح العميقة لا تكون ضرورية اذا كانت الاكتودزماتا لها دور فعلى فى هـذه العملية (كما يعتقد العلماء المذكورين) وفى هذه الحالة فان ما يلزم هو إحداث خدوش فقط للأدمه تسمح للوصول الى الاكتودزماتا .

وفى بعض الدراسات التى قام بها Gerola وزملائه عام ١٩٦٩ مستخدمين الميكروسكوب الالكترونى لوحظ أن هنـاك ما يشبه الفقاعات أو الحويصلات blebs or vesicles فى الجدار الخلوى تحت طبقة الادمه وذلك فى حالة اجراء العدوى الميكانيكية لأوراق نباتات اللوبيا ، ومن المحتمل أن لهـذه الفقاعات دور ما فى نقل الفيروس الى داخل خلايا البشرة .

تعتبر عملية البينوسيتوسس pinocytosis من الطرق الهامة لدخول الفيروسات الحيوانية الى خلايا عوائلها،ولم تلق هذه الطريقةاهتماماً يذكر بالنسبة للفيروسات النباتية إلا منذ وقت قريب . وقـد وجد Cocking and Pojnar عام ١٩٦٩ أنه عند تحضين البروتوبلاست المعزول من ثمار الطماطم مع فيروس موزايك الدخان فإن الفيروس يرتبط بسطح الاكتوبلاست ectoplast وذلك

فى تجاويف صغيرة به ، ثم لا تلبث أن تظهر الجزيئات الفيروسية أخيراً فيما يشبه الفجوات البينوسيتوزية فى السيتوبلازم يعقبها تضاعف للفيروس فى الخلايا . أن الإرتباط بالأكتوبلاست والذى يعقبه الامتصاص البينوسيتوزى ربما يمثل الخطوات المهمة فى عملية دخول الفيروس فى خلايا أوراق النبات المعداه ميكانيكيا .

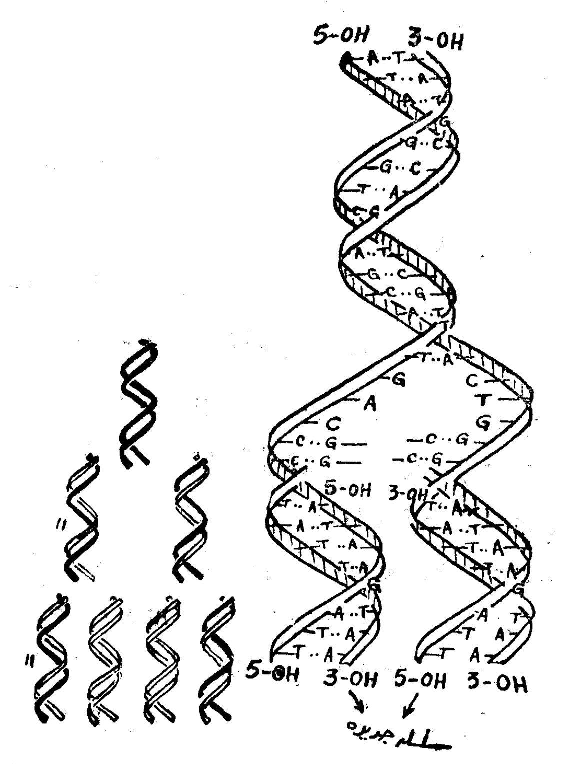
بعد أن يصل الفيروس إلى سيتوبلازم خليـــة العائل القابل للإصابة فإنه لا يمكن إزالتـه بالغسيل . إصابة النبات ترتبط وتعتمد إعتماداً مباشراً على تضاعف الفيروس داخل خلاياه ، فاذا لم يتضاعف فان الإصابه لن تحدث .

تضاعف الفيروس Virus multiplication (replication)

إذا ما ألقينا نظرة عامة على جميـــع الفيروسات ، سواءاً نباتية كانت أو حيوانية أو بكتيرية ، فإننا نجد أنها تتركب أساساً من حامض نووى أما DNA أو RNA محاطاً بغطاء بروتيني . ويكون هذا الحامض ذو خيط واحد أو ذو خيطين single-stranded or double stranded .

بالنسبة لل DNA الكروموسومى (والفيروسى) فان تتابع القواعد الأربعة على أحد الخيطين يحدد القواعد الموجودة على الخيط الآخر كما سبق شرحه . خلال نسخ جزيئات DNA جديدة فان كل جزىء أدنين يرتبط بجـزىء شقيق هو الثايمين ، وكل جزىء جوانين يرتبط بجزىء شقيق هو السيتوزين . تبـدأ هذه العملية بأن يحل الالتواء عنـد إحدى نهايتى السلم (الحلزونى المزدوج) وتنفصل القواعد كل عن شقيقتها ، ونظراً لان السائل الخلوى فى الخلية يحتوى على عديد من القواعد الحرة سابحه فيه ، فإنه عند إقتراب قاعدة مرتبطة بأحد قائمى السلم من قاعدة شقيقه حره فانها ترتبط بها مكونان معاً درجة كامـلة من

جديد ، وعلى هذا فبينما ينفك الالتواء فان قواعد جديدة يتصل بها السكر والفوسفات تنضم لتكمل الدرجات ، فى حين يكون السكر والفوسفات قائمى اسلم ، وعند ما يتم فك الالتواء يكون قد تكون سلمان جديدان (شكل ٧) .



(شكل ٧) : طريقة تناسخ الـ DNA

فى خلية النبات الحية يوجد ارتباط وثيق بين الأحماض النووية وبين تخليق البروتين ومن المهم معرفة العلاقة بين هذه المركبات إذ أن ذلك يساعد على تفهم عملية تضاعف الفيروس .

وقد أجريت عديد من الدراسات والأبحاث لكشف النقاب عن حقيقة عملية تضاعف الفيروس فى النبات ، والواقع أن هناك عديد من الآراء المختلفة ، وسنحاول فيما يلى إيجاز الخطوات الرئيسية التى يمر بها فيروس موزايك الدخان أثناء تضاعفه داخل الخلية والتى ترجحها غالبية الأبحاث والآراء .

نظراً لأن الـ RNA هو القادر على إحداث الاصابة وتكوين جزيئات فيروسية جديدة ، فإن هذا يعنى ببساطة أنه هو المسئول عن التوارث فى الفيروس وبالتالى فإنه يقوم بما يلى :

(ا) الانفصال عن الغطاء البروتينى بعد دخول الفيروس إلى خلية العائل .
(ب) التضاعف الذاتى .
(ج) التحكم فى عملية تمثيل الغطاء البروتينى .

بعد أن يدخل الفيروس إلى داخل الخلية فإن الحامض النووى يتحرر من غطائه البروتينى فى خلال ساعة أو أكثر قليلا ، ويتم ذلك بطريقة تدريجية منتظمة ، ونظراً لأنه لا يعرف أية فيروسات نباتية تحتوى أو تنتج بالاعتماد على نفسها أية إنزيمات، لذلك فمن المحتمل أن هذه الخطوة تتم بواسطة خلية العائل . بعد تحرر الـ RNA من غطائه البروتينى فإن الأجزاء الناتجة عن تحلل هذا الغطاء تبقى فى الخلية ومن المحتمل أنها تدخل فى عمليات التمثيل فى الخلية ، كذلك فإن الـ RNA بعد تحرره يدفع الخلية لتكوين أنزيمات تساعد على زيادة تمثيل المزيد منه (RNA replicase) .

بعد تحرر الحامض النووى من غطائه البروتينى وذلك بعد دخوله خلية العائل فانه يدخل نواة الخلية وربما إلى داخل النوية ويرمز لهذا الحامض الفيروسى بالرمز + (الخيط الموجب plus strand) حيث يعمل هناك

كقالب template يتكون عليه خيط آخر مشابه له يطلق عليه الخيط الشقيق السالب complementary minus strand . ونتيجة لذلك يتكون RNA ذو خيطين أحدهما هو الحامض النووى الأصلى (+) والثانى هو الشقيق (—) ويطلق على هذين الخيطين معاً الشكل التناسخى replicative form (R.F.) وبمجرد تكوين هـــذين الخيطين فانهما ينفصلان عن بعضهما ويقوم الخيط السالب بعمل قالب يتشكل ويتكون عليه خيوط موجبة تنفصل عنه تاركة النوية والنواه إلى السيتوبلازم حيث يتم تمثيل البروتين الفـــيروسى . تكوين الخيط السالب على الخيط الموجب أو الخيط الموجب على الخيط السالب يتم بمساعدة RNA replicase

تمثيل البروتين فى خلايا النباتات الغير مصابة يعتمد على وجود أحماض أمينية وتعاون الريبوسومات والـ RNA الرسول messenger RNA (m-RNA) والـ RNA الناقل transfer (t-RNA) ويقوم الأخـــير بنقل الحامض الأمينى المعين إلى الـ RNA الرسول فى وجود الريبوسومات .

تمثيل بروتين الفيروس يتم بأن يقوم RNA الفيروس (+) بدور RNA الرسول وبأستخدام الأحماض الأمينية والريبوسومات والـ RNA الناقل الخاصين بالعائل فانه يتم تكوين تحت الوحدات البروتينيه التى تستخدم فى تكوين الغطاء البروتينى .

بعد أن يتم تمثيل الحامض النووى الفيروسى الجديد وكذلك تحت الوحدات البروتينية الفيروسية الجـــديدة ، فان تحت الوحدات البروتينية تنتظم حول الحامض النووى ويكونان معاً الجزىء الفيروسى الكامل المسمى بـ virion ، وتظهر هذه الجزيئات فى الخلية بعد حدوث العدوى بفترة من الزمن تختلف من فيروس إلى آخر ولكنها عموماً فى حدود ١٠ ساعات . قد تتواجد هذه

الجزيئات على حالة فردية فى داخل الخلية المصابة أو فى مجاميع وقد تكون بللورات أو أجسام أمورفيه كما سيأتى فيما بعد .

تشير الابحاث المختلفة على أن الخطوات السابق ذكرها قد تختلف من فيروس إلى آخر فمثلا فى حالة فيروس الموزايك والنموات الزائدة فى البسلة pea enation mosaic virus وكذلك فيروس الجومفرينا *Comphrena* virus فأنه يبدو أن تمثيل الحامض النووى الفيروسى وكذلك اتحادهما معا لتكوين الوحدات الفيروسية يتم فى النواه ومنها تخرج الجزيئات الفيروسية الكاملة إلى السيتوبلازم . بالرغم من أن هناك بعض الادلة على أن تمثيل الحامض النووى ، والبروتين واتحادهما معا فى حالة بعض الفيروسات يتم فى سيتوبلازم خلية العائل فإن بعض الفيروسات قد تمثل فى البلاستيدات الخضراء الا أنه لا توجد الأدله والابحاث الكافية والقاطعة بصحة ذلك .

تحرك وتوزيع الفيروس فى النبات المصاب

هناك ارتباط بين تحرك الفيروس داخل النبات وبين اصابة هذا النبات . لكى تحدث الاصابة فانه يلزم أن يتحرك الفيروس وينتشر داخل النبات بين الخلايا وبعضها .

بعد أن يدخل الفيروس إلى داخل خلية العائل القابل للاصابة فانه يتحرك قبل أو بعد التحرر من غطائه البروتينى فى اتجاه أماكن تمثيل وتجميع الحامض النووى والبروتين الفيروسى ، والمرجح أن هذه الحركة سلبية وتعتمد على الحركة الانسيابية لبروتوبلازم الخلايا ، الا أنه من المحتمل أيضا أن تشترك بعض الأنظمة الميكانيكية الأخرى .

بعد أن يتم تضاعف الفيروس داخل خلية العائل ، فانه عادة ما تتواجد

الجزيئات الفيروسية متجمعة فى أجسام أمورفيه أو بللورية أو تتواجد متفرقة فى السيتوبلازم والنواة . الغالبية العظمى من الفيروسات تتواجد أساسا فى السيتوبلازم أو فى الشبكة الاندوبلازمية endoplasmic reticulum الا أن هناك العديد من الفيروسات التى قد وجدت فى النواه ، النويه ، البلاستيدات الخضراء سواء على صورة أجسام محتواه أو جزيئات متفرقة . معنى ذلك أن الفيروسات أو حامضها النووى تتحرك داخل الخليه من جزء إلى آخر ولكن لا يعرف كيفية وميكانيكية إتمام ذلك.

تحرك (انتقال) الفيروسات داخل النباتات

Movement (translocation) of viruses in plants

هناك نوعين من الحركة للفيروسات خلال النبات ، أحدهما بطيئة وتتمثل فى الانتقال من خلية إلى أخرى ، فى حين أن الحركة الثانيـة أسرع نسبيا وتحـدث لمسافات أطول وتتم خلال أنسجة العائل الوعائية .

١ ـ التحرك من خلية إلى أخرى : Cell-to-cell movement

تحرك الفيروسات من خلية إلى أخرى يتم أساسا خلال الخيوط البلازمية plasmodesmata . تختلف هذه الخيوط بدرجة كبيرة فى القطر فمثلا فى حالة الأوراق الصغيرة لنبات الدخان فان أقطارها تتراوح بين ٢٠ - ٢٠٠ نانوميتر وهذا كاف بدرجة كبيرة لمرور معظم الفيروسات .

تتأثر حركة الفيروس من خلية إلى أخرى بعديد من العوامل مثل نوع وعمر الخلايا النباتية المصابة ، وتكون نسبة التحرك أكبر بين الخلايا المطاوله والصغيرة العمر عنها بين الخلايا المستديرة والكبيرة العمر . تؤثر درجة الحرارة على حركة الفيروسات فهى تتحرك بدرجة أسرع على درجات الحرارة المرتفعة نسبياً عنها

فى درجات الحرارة المنخفضة ، ويحتمل أن ذلك راجع إلى زيادة الحركة الانسيابية للبروتوبلازم وإلى الاسراع العام فى الانشطة المختلفة فى الخليـــة . فى بعض الاحيان تعتمد حركة الفيروس من موضـع العدوى الاصلى عـلى درجة الحرارة ، وهذه الحالة معروفة عمليا فعند عدوى نباتات *N. glut nosa* نامية على درجة ٢٠ م بفيروس موزايك الدخان فانه تتـكون بقعا ميته محلية يتمركز فيها الفيروس أما عند عدوى نباتات محفوظة على درجة ٣٦ م فانه يتكون عليها بقعا محلية تميل إلى الاصفرار يتبعها انتشار عام للتبقعات الموزايكية ويصاب النبات جهازيا .

عموما فان سرعة تحرك الفيروسات المختلفة من خلية إلى اخرى تكون بطيئة نسبيا وتقدر فى اليوم بحـوالى ١ ملليمتر أو ٨ — ١٠ خلية برانشيمية من خلايا الورقة .

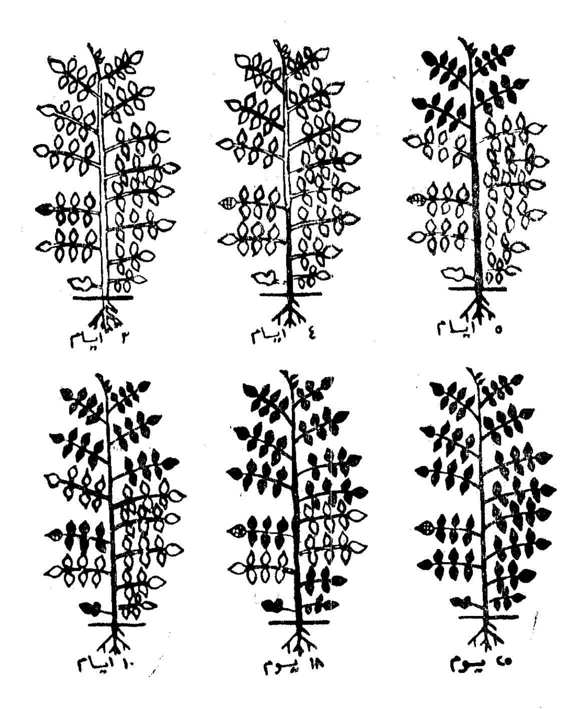
٢ - التحرك لمسافة طويلة : Long - distance movement

نظرا لأن الامراض الهامة اقتصاديا هى دائما تلك التى تنشأ عـــن الاصابة الـكيانية ، لذلك فان معظم الاهتمام تد ركز على تلك الفيروسات التى تتحرك من نقطة دخولها وتهاجم عديد من الاجزاء النباتية .

تحرك الفيروسات لمسافات طويلة يتم فى العدد الاكبر من الفيروسات خلال اللحاء وفى القليل منها خلال الخشب . يتم انتقال الفيروسات فى اللحـــاء أساساً خلال الانابيب الغربالية ، بمجرد وصول الفيروس إلى اللحاء فان حركته تكون سريعة ، ولقد قدرها Bennett عام ١٩٤٠ بالنسبة لفـيروس موزايك الدخان بحوالى ١ر٥ سنتيمتر فى الساعة ، فى حين أن Capoor عام ١٩٤٩ قدرها بالنسبة لفيروس موزايك الدخان وفيروس X البطاطس بحوالى ٨ سنتيمتر فى الساعـــة

خلال سوق نباتات الدخان . بوجه عام فان الفيروسات تتحرك بسرعة حوالى ١٥سم فى الستة دقائق الاولى مع ملاحظة ان حركة الفيروس من الخلايا البرانشيمية إلى خلايا اللحاء لا يتم بسرعة ، إذ ان معظم الفيروسات تحتاج إلى ٢ — ٥ أيام أو أكثر لتتحرك سريعا تاركة الورقة المعداه بالفيروس . بمجرد وصول الفيروس إلى داخل اللحاء فانه يتحرك سريعاً من نقطة الدخول متجها إلى مناطق النمو (الميريستيمات الطرفية) أو إلى الأجزاء الاخرى التى تقوم بتحويل وتخزين المواد الغذائية فى النبات مثل الدرنات والريزومات . حركة الفيروسات داخل اللحاء تكون بوجه عام فى نفس اتجاه وبنفس نسبة انتقال المواد الممثلة ضوئيا والمواد الأخرى التى تنتقل داخل اللحاء . إذا أعديت الأوراق القاعدية لنبات بطاطس صغير صناعيا فان الفيروس يتحرك بسرعة إلى أعلى فى الساق ولكن إذا أجريت نفس التجربة مع نبات تكونت فيه بالفعل درنات فان الفيروس لا يتحرك إلى أعلى إلا لفترة محدودة من الزمن بينما يتحرك إلى أسفل إلى الدرنات .

فى عام ١٩٢٤ قام Samuel بعمل بعض التجارب الأساسية لدراسة تحرك فيروس موزايك الدخان لمسافات طويلة خلال نباتات الطماطم وذلك عن طريق عدوى وريقة طرفيه واحدة لنبات متوسط الحجم ثم تتبع مسار الفيروس فى الأجزاء المختلفة للنبات على فترات متفاوتة . وقد وجد أن الفيروس يتحرك أولا فى اتجاه الجذور ثم يتجه بعد ذلك إلى الأوراق الصغيرة ويمر بعض الوقت قبل أن تصاب الأوراق المتوسطة والكبيرة العمر (شكل ٨) . فى حاله النباتات الصغيرة جداً فإن جميع الأوراق تصبح مصابة بعد فترة قصيرة من عدوى الأوراق الحديثة ، أما فى حالة النباتات الكبيرة فإن الأوراق المتقدمة فى العمر لا تصاب حتى ولو بعد مرور عدة أشهر .



(شكل ٨) رسم توضيحى يبين انتشار فيروس موازيك الدخان خلال نبات طماطم متوسط الحجم . الورقة المظللة هى الورقة التى أعديت أولا بالفيروس أما اللون الأسود فيعبر عن الأنسجة المصابه جهازيا .

هناك بعض الأدلة على أن الفيروسات قد تتحرك خلال السوق والجذور فى عكس الاتجاه الذى تسير فيه المواد الغذائية . عموما فبمجرد أن يتواجد الفيروس فى اللحاء فإنه ينتشر جهازيا خلال النبات ويدخل ثانيا الى الخلايا البرانشيمية الملاصقه لخلايا اللحاء خلال الخيوط البروتوبلازمية .

قليل من الفيروسات مثل فيروس تقزم البرسيم الحجازى alfalfa dwarf virus وفيروس الخوخ المزيف phony peach virus ترتبط بنسيج الخشب وتتحرك خلاله ، كذلك فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى southern bean mosaic virus يتحرك أيضاً خلال الخشب ولكنه ليس محدداً به ، ويمكنه التحرك فى الخلايا البرانشيمية كما أنه يتحرك لمسافة طويلة فى اللحاء . نظراً الى أنه لا توجد خيوط بروتوبلازميه تربط بين الأوعية الخشبية الغير حيه وبين الخلايا الحيه المجاورة لذلك فان تحرك الفيروس من الخليه الحية الى الأوعيه الخشبيه يوحى بأن الفيروس يستطيع عبور الغشاء البلازمى تحت ظروف خاصه .

معدل تحرك الفيروس خلال الاوعية الناقلة لايعتمد على تضاعف الفيروس فى تلك الانسجة أما معدل التحرك فى حالة الانتقال من خلية إلى أخرى فانه يرتبط بتضاعف الفيروس . من المحتمل ان مدى انتقال فيروس مايصيب نباتا معينا إصابة جهازية يتوقف على سهولة دخول وخروج الفيروس من وإلى الانسجة الناقلة . العوامل الخلوية التى تسمح أو تمنع الدخول والخروج غير معروفة . كذلك فانه من غير المعروف على وجه الدقة تلك الصورة أو الصور التى تتحرك عليها الفيروسات فى النبات ، أو بمعنى آخر هل تتحرك الفيروسات على صورة RNA أو على صورة جزيئات فيروسية كاملة ؟

هناك افتراض يقوم على أساس أن الخيوط البروتوبلازمية تكون صغيرة

بدرجة لا تسمح بمرور بعض الفيروسات فى صورة جزيئات كاملة . عموما فان الأبحاث التى قامت بها Esau *et al* عام ١٩٦٧ مستخدمة الميكروسكوب الالكترونى أظهرت عبور فيروس إصفرار البنجر beet yellow virus خلال الخيوط البروتوبلازمية على صورة جزئيات فيروسية كاملة . بالنسبة للتحرك خلال اللحاء والخشب فانه يبدو أن الفيروسات تتحرك أساساً فى صورة جزيئات كاملة .

الانتشار والتوزيع النهائى للفيروس داخل النبات

Final distribution in the plant

غالبا ما يفترض أن الفيروسات التى تصيب النباتات جهازيا تتوزع توزيعا منتظما خلال النبات ولكن حقيقة الأمر غير ذلك . عموما يصعب وضع قاعدة عامة بالنسبة للتوزيع والانتشار النهائى للفيروس داخل النبات . يتوقف التوزيع النهائى للفيروس على كل من العائل والفيروس وهناك عديد من العوامل التى تؤدى إلى توزيع الفيروس داخل النبات توزيعا غير منتظما ،ومن تلك العوامل مايلى :-

١ - هروب بعض الاجزاء النباتية من الاصابة :

فى عديد من الحالات فان الفيروس يتحرك ويتضاعف داخل مجموعة صغيرة من الخلايا حول نقطة العدوى . إذا نتج عن العدوى موت للخلايا فان انتشار الفيروس أكثر من ذلك يتوقف ، إذ انه من المعروف ان الفيروس لا يتحرك من الخلايا الميته . هناك عديد من الامثلة التى يحدث فيها إصابة محلية محـــدودة limited local infection بدون موت للخلايا وفى مثل هذه الحالات فانه لايحدث مثل هذا التحديد لانتشار الفيروس . على أى حال فان تحديد انتشار

وتوزيع الفيروس داخل النبات ظاهرة معقدة مرتبطة بتطور المقاومة فى الانسجة المحيطة ضد غزو الفيروس لها .

فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى يعطى بقعا محلية ميتة عـــلى أوراق الفاصوليا (صنف pinto) المعداه به ميكانيكيا . اذ ادخـل هـذا الفيروس إلى ذلك النبات عن طريق التطعيم فانه يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل فى الساق ويسبب إصابة لبعض المناطق المحدودة والمتفرقة ويكون توزيعه غير منتظم فى أجـزاء النبـات .

اذا أعديت أوراق نبـات بأكثر من فـيروس فان الوقت الذى تتحرك فيه الفيروسات المختلفة من الأوراق المعداه قد يختلف مما ينتج عنه توزيعا غير منتظم للفيروسات، فمثلا اذا ما أعدى نبات الدخان بخليط من فيروسى Y ، X البطاطس فان فيروس Y يتحرك متقدما على فيروس X ويمكن فصله من قمة النبات بدون وجود فيروس X .

بعض الفيروسات قد تتحرك بصعوبة الى داخل بعض الاوراق، فبالنظر إلى فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى southern bean mosaic virus (SBMV) وكذلك فـيروس البقعه الحـلقيه فى الدخان tobacco ringspot virus(TRSV) فانها يتضاعفان فى الاوراق المعداه لنبات الفاصوليا Black valentine ويتحركان بسهولة من هـذه الاوراق المعداه الى الاوراق الصغـيرة الموجودة عـلى نفس النبات . يختلف الفيروسان فى تحركهما وتوزيعهما داخل النبات اذا ما أعديت ورقة أولية واحده ، فبينما يتحرك SBMV بسهولة الى الورقة الأولية الاخرى الغـير معداه ويتم ذلك خلال حوالى ٤ أيام فان TRSV نادرا ما يتحرك الى الورقـة الغير معداه . من المحتمل ان هذا الاختلاف فى طريقة التوزيع يرجع الى أن TRSV

يتحرك فى اللحاء وعلى هذا فنادرا ماينتقل من الورقة الأولية المعداه الى الأخرى السليمة بينما الـ SBMV قد يكون قادرا على الحركة فى الخشب .

بعض الفيروسات التى تصيب النبات كيانيا قد ينشأ عنها إصابة غير متماثلة للنبات وينتج عن ذلك اختلاف واضح فى توزيع الفيروس فى أنسجة النبات . اذا ما أعديت ورقة أولية واحدة لبادرة فول الصويا soybean بواسطه فيروس نيكروزيس الدخان tobacco necrosis virus (TNV) فانه تنتج إصابة غير متماثله للنبات ككل ، اذ ان نصف الوريقه الطرفيه لمعظم الاوراق الثلاثيه وكذلك باقى الوريقات التى تقع فى الجانب الموجود فيه الورقه الاوليه المعداه أصلا تكون هى المصابه .

بالنسبه للفيروسات التى تصيب النباتات الخشبية المعمرة فان توزيعها داخل النباتات قد يكون غير متساوى بشكل واضح . يتفاوت توزيع فيروس تقزم البرقوق prune dwarf virus تفاوتا واضحا فى أشجار الكريز الحلو والمر الناضجه والمعداه لمدة خمس سنوات على الاقل . كذلك عند عدوى نباتات sitaange الناتجة عن التهجين بين البرتقال والبونسيرس ، نوع من البرتقال ثلاثى الأوراق ، (*Citrns sinensis X Poncirus trifoliata*) بواسطة tatter leaf virus فان توزيع الأعراض الناتجة يكون شاذاً سواء على النبات ككل أو على الأوراق ، إذ تظهر الأعراض على عدد قليل من الأوراق بينما باقى الأوراق لا يظهر عليها أعراض وتكون خالية من الفيروس ، وقد وجد Garnsey and Jones عام ١٩٦٨ أن توزيع هذا الفيروس يكون أيضاً غير منتظما داخل المناطق المختلفة للوريقات المصابة إذ يوجد فى بعض المناطق بتركيز مرتفع عن البعض الآخر ، كما تخلو منه بعض أجزاء الوريقات المصابة .

بالنسبة للبذور فان العديد من النباتات المصابة تعطى بذوراً سليمة بمعنى أنه بالرغم من انتشار الفيروس كيانيا فى النبات فإنه لم يصب مثل هذه البذور .

بعض الفيروسات تهاجم الأنسجة الميرستيمية الطرفية للنباتات المصابة فور تكونها إلا أنه فى حالة العديد من الفيروسات ومع عوائل عديدة فان الفيروسات لا تهاجم القمم الميرستيمية وتكون مناطق النمو فى سوق وجذور النباتات المصابة خالية من الفيروس وتبقى كذلك .

عادة ما تتواجد منطقة تختلف فى الطول قريبة من قمة المجموع الخضرى أو الجذرى تكون خالية من الفيروس أو بها كمية قليلة جداً . المنطقة التى تخلو من الفيروس تبلغ بوجه عام حوالى ١٠٠ — ٢٠٠ ميكرون فى الطول إلا أنها مع بعض الفيروسات قد تكون أكبر من ذلك بدرجة ملحوظة . يلى هذه المنطقة على ما يبدو تدرج فى زيادة تركيز الفيروس ، إذ يزداد التركيز بزيادة درجة نضج تلك الأنسجة ، فنى حالة جذور نباتات الفول المصابة بفيروس الموزايك الأصفر فى البرسيم clover yellow mosaic virus قد وجد أن هناك منطقة تبلغ فى الطول ٤٠٠ ميكرون تكون خالية من الفيروس ، وهذه تشمل القلنسوة والقمة النامية ، ثم يلى ذلك تدرج فى الزيادة فى تركيز الفيروس .

ليس من المعروف تماماً أسباب عدم إصابة القمم النامية ، إلا أن هناك بعض التعليلات التى تفسر ذلك منها ما يلى :

ا — تنمو القمة النامية بمعدل أسرع من انتقال الفيروس اليها مع ملاحظة أن القمة النامية تخلو من الحزم الوعائية فاذا فرض وجود فيروس ما بها فان حركته ستكون بطيئة ومحدودة بالانتقال من خلية الى أخرى .

ب — قد يوجد عائق ميكانيكي يمنع هجوم الفيروس كأن تكون الخيوط البروتوبلازمية صغيرة جداً . والواقع أنه لا يوجد دليل يؤكد ذلك .

حـ — قد تكون حالة الخلية من الناحية الحيوية والكيماوية عند الانقسام غير ملائمة لتضاعف الفيروس .

٢ - تأثير العمر :

تزداد كمية بعض الفيروسات بسرعة فى الأوراق المصابة إلى أن تصل إلى حد معين ثم تتضاءل بعد ذلك . عند عدوى الأوراق القاعدية لنبات دخان صغير العمر بواسطه فيروس موزايك الدخان فان الأعراض تظهر بعد فترة من الزمن بشكل واضح على الأوراق الحديثة ويكون تركيز الفيروس فى هذه الأوراق أكبر منه فى باقى الأوراق الكبيرة فى العمر . نتيجه لهذه الظاهرة فان توزيع الفيروس يكون غير متساوى فى الأوراق المختلفة العمر الموجودة على نفس النبات .

٣ - اختلاف الاعضاء والانسجة المصابة وارتباط الفيروس بأنسجة معينة :

ا — اختلاف الأعضاء والأنسجه المصابة .

عند إصابه النبات كيانيا بفيروس ما ، فان تركيز الفيروس قد يختلف باختلاف الاجزاء النباتيه وذلك بعد مرور فترة من الزمن . فى العديد من الفيروسات التى تسبب أعراض الموزايك فان الفيروس يصل الى تركيز أعلى بكثير فى نصل الورقه عن باقى أجزاء النبات . على سبيل المثال فان تركيز فيروس الموزايك الاصفر فى اللفت turnip yellow mosaic virus يختلف من عضو نباتى الى آخر على نفس النبات، وقد وجد أن تركيزه فى الساق وفى

المجموع الجذرى وفى العرق الوسطى وعنق الأوراق الناضجة يصل الى حوالى ١/١٠ — ١/٢٠ فقط من التركيز الذى يوجد فى نصل الورقة .

ب — إرتباط الفيروس بأنسجة معينة :

سبقت الاشارة الى أن العـــديد من الفيروسات ترتبط بأنواع معينة من الأنسجة النباتية . إرتبـــاط الفيروس بنسيج معين يؤدى الى إختلاف توزيع الفيروس فى النبات المصاب .

٤ ـ اختلاف التوزيع داخل أوراق النباتات المصابة بالموزايك :

يختلف توزيع الفيروس فى داخل نفس الورقة التى تظهر عليهـــا أعراض الموزايك، فالاجزاء الخضراء الغامقة دائماً ما تحتوى على كمية قليلة من الفيروس اذا ما قورنت بتلك الاجزاء الصفراء أو الخضراء المصفرة.هذهالظاهرة وجدت بشكل قاطع مع العديد من الفيروسات التى درست مثلفيروس موزايك الدخان وفيروس موزايك الخيار عند اصابتها لنباتات الدخان ، وفيروس تقزم الارز عند إصابته لنباتات الارز , وعديد من الفيروسـات الأخرى ، وذلك بصرف النظر عن الاختلافات فى تركيب الفيروسات أو أن العـــائل من ذوات الفلقة أو الفلقتين .

هذا النوع من التوزيع الغير منتظم للفيروس فى حالة الامراض الموزايكية قد يتواجد أيضاً فى بتلات الازهار التى يظهر عليها تقطع فى اللون . على سبيل المثال فـان فيروس موزايك الدخـان يسبب تـكون مناطق بيضاء فى بتـلات أزهار الدخان القرمزية اللون ويكون الفيروس مرتبطـاً أساساً بتلك الاجزاء البيضاء .

الفصل الرابع

أعراض الامراض الفيروسية والاعراض الشبيهه

أعراض الاصابة بالامراض الفيروسية

Symptoms of virus Diseases

تلعب الأعراض دوراً هاماً فى دراسة الامراض النباتية الناشئة عن لفيروسات، اذ أنها تساعد فى تعريف الفيروسات والتفرقة بينها ،كما أنها مازالت تلعب دوراً أساسياً فى تسمية الفيروسات.

اذا أصيب نبات قابل للعدوى بفيروس ما فانه يحدث بعض التغيرات لهذا النبات ، ويكون بعضها خارجيا ويمكن ملاحظتها بالعين المجردة ، وبعضها يكون داخلياً ولا تشاهد الا ميكروسكوبيا ، والبعض الآخر يكون فسيولوجيا ويتم التعرف عليه بواسطة الاختبارات الفسيولوجية والكيماوية .

أولا : الاعراض الظاهرية External symptoms

نتيجة لاصابة النباتات بالفيروسات فانه قد تظهر أعراضا مرضية على النبات كله أو بعض أجزائه ، وقد تكون هذه الاعراض مميزة للفيروس المسبب أو لمجموعة الفيروسات التى تسبب مثل تلك الاعراض ، كما قد تكون الاعراض عامة وغير مميزة للفيروس المسبب .

تختلف الاعراض الظاهريه الناشئة عن فيروس معين تبعا لعديد من العوامل المختلفة مثل السلاله الفيروسية المحدثة للمرض ، نوع النبات المصاب ، العوامل

البيئية السائدة (وبخاصة درجة الحرارة وشدة الاضاءة)، والاصابة بمرض آخر
هناك عديد من العوامل التى قد تسبب ظهور أعراض على النباتات تشابه إلى حد كبير تلك الناشئة عن الاصابة الفيروسية ، ويجب وضع مثل هذه العوامل فى الاعتبار عند دراسة الأعراض .

أكثر الأعراض شيوعاً هى تقليل معدل النمو ، وفى بعض الأحيان يكون هذا النوع من الأعراض هو الوحيد المتكون . تقليل النمو يظهر فى درجات مختلفة من تقزم النبات . وغالبا فان جميع الأمراض الفيروسية تقلل من كمية المحصول الكلى ، كما أنها تقلل عادة من عمر النبات المصاب ، وقد تكون التأثيرات الناجمة عن الاصابة شديدة ويسهل ملاحظتها أو قد تكون خفيفة ويسهل إغفالها .

معظم الأعراض الفيروسية التى يسهل ملاحظتها هى عادة تلك المتكونة على الأوراق، ولكن بعض الفيروسات قد تسبب أعراضا واضحة على الساق أو الثمار أو الجذور وقد تكون هذه الأعراض مصحوبة بأعراض متكونة على الأوراق وقد لا تتكون على الأوراق أى أعراض ،

الأعراض الظاهرية التى تحدث فى الغالبية العظمى للأمراض الفيروسية فى الحقل تكون أعراض جهازية أو كيانية systemic symptoms وينتشر الفيروس خلال النبات . فى حالة إجراء العدوى صناعيا على عديد من النباتات ومع عديد من الفيروسات فانه تتكون من بقع صغيرة ميتة على الاجزاء المعداه وفى هذه الحالة تكون الأعراض محلية local symptoms .

هناك حالات عديدة تصيب فيها بعض الفيروسات بعض العوائل القابلة للاصابة بدون أن تظهر أعراضا يمكن رؤيتها ، ويطلق على مثل هذه الفيروسات

أنها كامنة latent viruses ، ويطلق على العوائل انهـا حاملات بدون أعراض symptomless carriers ولا تظهر أية أعراض مرضية فى مثل هذه الحالات مهـما تغيرت الظروف البيئية . هناك حالات أخـرى حيث تظهر عـلى النباتات أعراض مرضية مع بعض الفيروسات ولـكنها قد تختفى فى وجود ظروف بيئية معينة كالحـرارة مثـلا ويطلق على هـذه الأعراض فى هـذه الحاله أنهـا متخفية masked symptoms .

الفترة الزمنية التى تمر بين دخول الفيروس إلى العائل القابل للاصابة وبـين ظهـور أول أعراض الاصابة عـلى العائل يطلق عليها فترة الحضانة incubation period ويتأثر طول فترة الحضانة بعديد من العوامل المختلفة .

يستخدم اصطـلاح hypertrophy للـدلالة عن الزيادة فى حجم العضو أو النسيج نتيجة للزيادة الغير طبيعية فى استطالة الخلايا بدون الزيادة فى عددها ، أما اصطلاح hypotrophy فيطلق عـلى الحالة العكسية أى قـلة نمـو النسيج أو النبات بسبب قلة استطالة الخلايا . يستخدم اصطلاح hyperplasia للتعبـير عن الزيادة فى نمو النبات نتيجة لزيادة إنقسام الخلايا فى حين أن إصطلاح hypoplasia يعنى قلة نمو العضو أو النبات نتيجة لقلة إنقسام الخلايا. إصطلاح atrophy يعنى التوقف فى نمو الخلايا أو الأعضاء .

النبات الذى يتفاعل مع فيروسات معينة معطيا أعراضا خاصة مميزة ويستخدم فى الـكشف والتعرف على الفيروسات يطلق عليه العـائل المشخص أو العائـل الدال indicator host ،أما الأنـواع المختلفة للنباتات التى يمكن إصابتهـا بالفيروس فيطلق عليها المدى العوائلى host range .

عموما يمكن تقسيم الاعراض الظاهرية الى :

١ ـ أعراض موضعية Local symptoms

عند إجراء العدوى صناعيا (ومن المحتمل فى بعض حالات العدوى الطبيعية) فان بعض الفيروسات تعطى علـى العديد من النباتات بقعا موضعية local lesions عند مكان دخول الفيروس ، وتظهر على النبات فى خلال ٤ ـ ٧ أيام تقريباً من إجراء العدوى (شكل ٩) . هذا النوع من الاعراض ليس له أهمية اقتصادية ولـكنه يعتبر طريقة هامة فى تقدير تركيز الفيروس بيولوجيا . الخلايا المصابة تفقد الـكلوروفيل والصبغات الأخرى مما يؤدى إلى ظهور بقعا موضعية تختلف فى شكلها وحجمها ، فقد تـكون خضراء أو صفراء أو بيضاء أو ما يشابه ذلك ، وكثيراً ما تؤدى الاصابة إلى موت الخلايا المصابة وظهور بقعا تميل إلى اللون البنى ، يطلق عليها اسم بقعـاً موضعيه ميته necrotic local lesions . العوائل التى تظهر عليها هـذه البقـع الموضعيه تـكون زائـدة الحساسية hypersensitivity بالنسبة للفـيروس وبالتـالى تمـوت الخـلايا التى يصيبها الفيروس وهذا يحد من تضاعفه وإنتشاره .

قـد تظهر الاصـابة الموضعيه local infection فى صـورة بقعـا حلقيـة ringspots ، وهذه تـكون حلقة واحدة أو مجموعة حلقات متحدة المركز ، وفى الحالة المثالية فانه يتـكون فى المركز مجموعة من الخلايا الميتة يليها حلقه أو أكثر من خلايا ميته ويكون النسيج بين الحلقات أخضر . يلاحظ أن البقـع الحلقيـة لا تظهر نتيجة للعدوى الموضعية فقط بـل قـد تظهر نتيجة للاصابة الكـيانية systemic infection أيضا .

بعض الفيروسات لا تعطى عـلى الاوراق المعداه لبعض العوائل أية بقعـاً موضعية يمـكن رؤيتها ، ولـكن إذا ما نزعت الاوراق وعوملت بمعاملات

خاصة فى الماء المغلى ثم كحول الايثايل ثم صبغت باليود فانه قد تظهر بعض البقع والتى يطلق عليها اسم البقع النشوية **starch lesions** .

قد تؤثر الطريقة المتبعة فى العدوى بالفيروس على تكون البقع الموضعية فمثلا فيروس الاصفرار فى بنجر السكر **sugar beet yellows virus** يعطى بقعاً موضعية ميتة على أوراق ***Chenopodium capitatum*** المعداه ميكانيكيا ولكن لا تتكون مثل هذه البقع إذا ما تمت العدوى بواسطة حشرة المن *Myzus persicae*.

٢ ـ الأعراض الجهازية أو السكيانية Systemic symptoms

نتيجة للاصابة الجهازية فإن عديدا من الأعراض المختلفة تظهر على النباتات المصابة، وعادة مايمر المرض بمراحل متتالية من الأعراض المختلفة، وفيما يلى بعضا من أهم تلك الأعراض :

(أ) الموزايك والاعراض المصاحبة :

الموزايك من أكثر الأعراض شيوعا وخاصة فى حالة الأوراق ، فتظهر درجات متفاوته من الشحوب للون الورقة الأخضر الطبيعى تتراوح من الأخضر الفاتح إلى الأصفر وتتداخل هذه الأجزاء الشاحبة مع لون الورقة الطبيعى فتظهر على الورقة اجزاء فاتحة وأخرى غامقة معطية إياها مظهراً موزايكيا (شكل ١٠) . إذا كانت المناطق الشاحبة تختلف اختلافا طفيفا عن المناطق الخضراء الداكنة فانه يصبح من الصعب ملاحظة أعراض الموزايك كما فى حالة إصابة البطاطس ببعض السلالات الضعيفة من فيروس **X** البطاطس .

قد يكون الإنتقال من لون إلى آخر فجائياً وفى هذه الحالة فان أعراض

الموزايك الناشئة عن الاصابة الفيروسية تشابه إلى حد كبير أعراض الموزايك الناشئة عن إختلال وراثى لبلاستيدات بعـــض النباتات كما فى حالة المرض الفيروسى تقطع اللون فى ابوتيلون nfectious variegation of *Abutilon* .

فى بعض الحالات قد يستخدم اصطلاحى الموزايك والتبرقش mosaic & mottling بمعنى واحد ولـكن عادة ما يفضل استخدام اصطلاح mottling فى حالة ما إذا كانت المناطق الفاتحة والمناطق الخضراء أقل تحديدا .

معظم الفيروسات التى تسبب أعراض الموزايك تنتقل ميـكانيكيا وعادة ما تنتقل فى الطبيعة بواسطة حشرات المن ، وعموما فان هذه الفيروسات تتحمل درجات الحرارة المرتفعة نوعا ، كما أنها لاتوقف التزهير ولا تؤثر على طور السكون فى البراعم .

قد يسبق ظهور أعراض الموزايك شفافيه أو إصفرار العروق vein clearing or vein yellowing . وفى بعض الامراض قد تكون المناطق الخضراء الداكنة موجوده أساسا حول العروق وتسمى فى هذه الحالة تحزم العروق الأخضر green vein - banding. الذى يختلف عن تحزم العروق الأصفر yellow vein - banding .

فى حالة أوراق نباتات ذوات الفلقة الواحده فان الاصابة الفيروسية ينشأ عنها بوجه عام أشرطه أو خطوط stripes or streaks من أنسجة تكون أفتح فى اللون عن باقى الورقه وتكون موازيه لطول الورقه .

قد يصاحب أعراض الموزايك (أو التخطيط) فى الاوراق عادة تقطع اللون فى بتلات الأزهار variegation or breaking ، ويتكون تقطع اللون من بقع صغيرة أو خطوط أو مناطق ذات ألوان تختلف عن لون البتلة العادى ،

وينشأ هذا التقطع عادة نتيجة لفقد صبغة الأنثوسيانين anthocyanin إلا أنه فى بعض الحالات القليلة كما فى حالة tulip color - adding virus فان الاصابة ينشأ عنها زيادة الصبغ فى بعض مناطق البتلات .

قد تظهر بعض الأعراض على الثمار المتكونة على تلك النباتات التى يظهر على أوراقها أعراض الموزايك فمثلا عند إصابة الخيار بفيروس موزايك الخيار cucumber mosaic virus فانه قد تظهر أعراض التبرقش mottling على الثمار . فى حالة بعض الفيروسات الأخرى فان الثمار قد تكون صغيرة ومشوهة ، كما أن قصرة بذور بعض النباتات قد تتبرقش أيضا .

(ب) الاصفرار Yellows :

عادة ما يكون الاصفرار واضحا فى حالة الاوراق ، وبوجه عام فان الفيروسات التى تسبب إصفرارا عاما للاوراق قليله بالنسبة لتلك التى تسبب موزايك . أول مظاهر الاصابة عادة ما تكون شفافية أو إصفرار عروق الأوراق الصغيرة ثم يلى ذلك إصفرار عام للأوراق وهذا الاصفرار قد يكون شديدا أو ضعيفا . لا تظهر فى العادة أعراض الموزايك إلا ان بعض الأوراق قد يلاحظ عليها مناطق صفراء وأخرى خضراء كما فى حالة مرض اصفرار حواف الشليك strawberry yellow edge disease حيث يوجد الاصفرار على حواف الاوراق .

قد تعمل الفيروسات المسببه للاصفرار فى النباتات المصابة بها على إنتاج أزهار يشوبها إخضرار فى اللون أو على تشجيع توقف التزهير وكسر سكون البراعم . معظم فيروسات الاصفرار تكون حساسة نسبيا للمعاملة بالحرارة ، كما تنتقل بواسطة نطاطات الاوراق .

(ج) البقع الحلقية Ringspots :

تظهر حلقات شاحبة اللون أو ميتة وخطوط غير منتظمة على الاوراق وقد تتكون أحيانا على الثمار والسوق . كما سبق فان البقع الحلقية قد تكون بسيطة أومتحدة المركز، وعموما فان هذة البقع الحلقية قد تكون مستديرة شاحبة اللون chlorotic ringspot أو تكون ميته necrotic ringspot والخطوط تتكون من مناطق صفراء أو تنشأ نتيجة لموت طبقةالخلايا السطحية (شكل ١١) .

فى عديد من أمراض البقع الحلقية مثل التبقع الحلق فى الدخان tobacco ringspot فان النبـــاتات المصابه تشفى من المرض recover from disease بعد فترة من الاصابة ، إذ تظهر الأعراض فى البداية واضحة ثم يضعفظهورها على الاوراق الجديدة إلى أن تنتج نموات جديدة قد لا تظهر عليها أية أعراض وذلك بالرغم من انها تحتوى على الفيروس .

معظم الفيروسات التى تسبب البقع الحلقيةلا تنتقل بالمن ولا بواسطة نطاطات الاوراق ولكن بعضها ينتقل بواسطة النماتودا .

(د) تحلل وموت الانسجة (نيكروزس) Necrosis :

يطلق لفظ نيكروزس necrosis على حالات موت مجموعة من الخلايا أو بعض أجزاء من أنسجة النبات أو حتى النبات كله . قد يتكون النيكروزس كعرض موضعى كما سبق ، كما قد يتكون فى حالة الاصابه الجهازية للنبات فتنتشر على الاوراق نقط صغيرة ميته ، كذلك فقد يكون النيكروزس ملازما للعروق فى الورقة . فى بعض الامراض قد تموت الورقة كلها ، وأحيانا ينتشر النيكروزس بسرعة خلال النبات كله . فمثلا فى حالة بعض أصناف البطاطس مع

فيروس X ، Y فانه تظهر خطوط ميته على السوق ، ثم ينتشر الموت أو النيكروزس بسرعة إلى القمة النامية حيث يقتلها ، وبالتالى فقد تتحلل وتموت جميع الاوراق (شكل ١٢) . احيانا قد تظهر مناطق ميته على سطح درنات البطاطس المصابة بالفيروس وقد لا تشاهد مثل هذه المناطق إلا إذا ما قطعت الدرنه .

(هـ) التقزم stunting وتقليل معدل النمو :

عادة ما يصاحب عرض التقزم وتقليل معدل نمو النبات المصاب معظم الامراض الفيروسية حتى المتخفى أو المستتر منها masked or latent والتى لا تظهر عليها أية أعراض تدل على اصابتها الجهازية (شكل ١٣) .

قد يصيب التقزم كل أجزاء النبات فيقل طول السلاميات وأعناق الاوراق ويختزل حجم الأوراق والأزهار والثمار . ينعكس ذلك على تقليل كمية المحصول ، وهذه نتيجة عامة ملازمة لمعظم الامراض الفيروسية بالاضافة إلى تقليل عمر النباتات المصابة .

عموما فالتقزم وتقليل معدل النمو والأعراض الملازمة قد تكون شديدة ويسهل ملاحظتها أو قد تكون خفيفة بدرجة يسهل إغفالها .

(و) أعراض أخرى مختلفة :

قد يتغير المظهر العام للنبات فقد يأخذ شكلا شجيريا نتيجة لزيادة إنتاج النموات الجانبية كما فى حالة مرض الشجيرة القزمية فى الطماطم tomato bushy stunt disease ، أو قد يأخذ النبات شكلا متوردا rosette كما فى حالة تورد الخوخ peach rosette ، كذلك فى بعض الامراض يأخذ النمو مايشبه المكنسه (المقشة) ويعرف باسم مكنسة الساحر أو العفريت witches broom ويتكون

نتيجة لكثافة أفرع النبات وبالتالى يكون المظهر العام على هيئة كتلة من النموات تأخذ شكل المكنسة .

قد تحدث تشوهات deformations مختلفة ونموات غير طبيعية على العائل المصاب كأن تتكون بثرات blisters ترتفع عن سطح الورقة (شكل ١٤)وذلك نتيجة لزيادة نمو الخلايا فى منطقة البثرة وتتكون تلك البثرات فى المناطق الخضراء من الورقة .

هناك عديد من التشوهات الأخرى التى تحدث للورقة leaf distortion مثل إلتفاف الأوراق leaf roll وإنحنائها وتجعدها crinkling and curling ، أو أن يصبح نصل الورقة خشناً مظهراً عرض التكرمش rugose . وفى بعض أمراض الطماطم الموزايكية فان أنصال الأوراق تختزل إختزالا شديداً وقد لا يتبقى إلا العرق الوسطى أو يكون نمو النصل بين العروق ضئيلا ويطلق عليه إصطلاح fern leaf ،وقد يأخذ التشوه مظهر « رباط الحذاء shoe string » وفيه يختزل نصل الورقة بدرجة كبيرة فتصبح الاوراق أو الوريقات ضعيفة جداً وقد يأخذ التشوه مظهراً خيطيا filiform (شكل ١٥) وهذه الاصطلاحات الثلاثة الأخيرة متشابهة إلى حد كبير . وفى بعض الحالات قد تحدث تغيير فى سنين حواف بعض الاوراق أو يزداد تفصيصها .

تسبب بعض الفيروسات ظهور نموات زائدة enations وهى أحد مظاهر النمو الغير طبيعى ، إذ تخرج نموات غير طبيعية من أحد سطحى الورقة وعادة من على السطح السفلى وغالباً من على العروق . قد تؤدى الإصابة إلى تكوين بعض الأورام tumors على أجزاء النبات كالسيقان والجذور والثمار وحتى على الأوراق (شكل ١٦) .

بعض الفيروسات تسبب تضخم فى السيقان وغالباً ما يحدث ذلك فى النباتات الخشبية مثل مرض تضخم أفرع الكاكاو cocoa swollen shoot disease .

فى بعض الأمراض قد يتكون ما يعرف باسم البرعم المتضخم big bud وذلك نتيجة كبر أو زيادة فى حجم البرعم الزهرى ، وعادة ما يكون مصحوباً أيضاً بكبر فى إنسجة العروق وغالباً ما يكون التضخم راجعاً إلى كبر السبلات .

فى بعض الحالات قد يحدث تدهور decline وضعف مستمر يعترى النبات وقد يكون تدريجياً وبطىء slow decline أو يكون سريعاً quick decline.

أحياناً فان الإصابة الفيروسية تسبب إزهاراً فى غير الميعاد الطبيعى وتكون هذه الأزهار عقيمة لاتعطى ثمار ، كما قد تؤدى الإصابة أحياناً إلى زيادة فترة حياة النبات فيظل حيا حتى بعد أن تكون النباتات السليمة قد نضجت وانتهت فترة حياتها .

ثانيا : الأعراض الداخلية Internal symptoms

التغيرات الداخلية التى تحدث فى النبات نتيجة للاصابة الفيروسية يمكن أن تقسم إلى تغيرات هستولوجية وتغيرات سيتولوجية .

(أ) تغيرات هستولوجية أو نسيجية Histological changes :

يمكن تقسيم التغيرات الداخلية التى تحدث لأنسجة النبات المصاب إلى :

١ ـ قلة أو إختزال النمو Hypoplasia :

الأجزاء الصفراء من الأوراق المصابة بالموازيك يكون إنقسام الخلايا فيها قليلا hypoplasia ، وتكون خلايا الميزوفيل أقل تميزا ، كما تنعدم أو تقل المسافات البينية بين الخلايا ، ويكون النصل فى تلك المناطق أرق من مثيـــله فى

المناطق الخضراء ، فمثلا فى حالة أوراق بنجر السكر المصابة بفيروس الموزايك sugar beet mosaic virus فإن خلايا النسيج المتوسط فى المناطق الصفراء تكون متساوية الأقطار وتتشابه الخلايا العادية والاسفنجية ، كاأن الخلايا فى هذه المناطق الصفراء لاتنقسم ، وحتى إذا أنقسمت فإن ذلك يتم بصعوبة، كما أنها تحتوى على كمية قليلةمن البلاستيدات الخضراء،وهذهالبلاستيدات تكون غير منتظمة الشكل ، وفى حالة الاصابة الشديدة فإنها تتحد مع بعضها وتكون كتلا أميبية الشكل ، كما تغيب الأنوية فى عديد من الخلايا .

٢ - النمو الزائد Hyperplasia :

فى بعض الأمراض قد يحدث نمو زائدغير طبيعى فمثلا فىحالة مرض تضخم أفرع الكاكاو cocoa swollen shoot disease تتكون كميات غير عادية من الخشب فى الأفرع المصابه ولكن تركيب الخلايا يكون طبيعياً . فى حالة قصب السكر المصاب بمرض فيجى Fiji disease تتكون أورام على السطح السفلى للأوراق على الحزم الوعائية نتيجة لتكونات غير طبيعية فى نسيج اللحاء والخلايا المجاورة .

٣ - تحلل أو موت الخلايا والانسجة Necrosis or death of cells and tissues :

يحدث التحلل والموت necrosis فى عديد من الأنسجة المصابة ، كما يحدث موت للحاء فى عديد من الأمراض . تظهر أولى أعراض الاصابة ببعض الفيروسات فى اللحاء ، ففى حالة التفاف الأوراق فى البطاطس فان اللحاء يتكشف طبيعيا ثم تظهر فيه نقط أو مناطق ميته (نيكروزس necrosis) ، أما فى حالة تجعد القمة فى بنجر السكر فإنه يحدث نمو غير عادى للحاء قبل ظهور المناطق

الميتة فيه . في بعض الأمراض الأخرى تظهر المناطق الميتة في اللحاء ثم تنتشر بسرعة إلى الأنسجة الأخرى كما في حالة أمراض المـــوت القمي في البطاطس top necrosis ، كذلك فإن بعض فيروسات البطاطس تسبب ظهور مناطق من الخلايا الميتة في الدرنات . أحياناً قد يتكون النيكروزس في خلايا الطبقة العادية والأسفنجية للأوراق في حالة أمراض البقع الحلقية .

٤ — بجانب التغيرات التي تحدث اللحاء فقد تحدث بعض التغيرات للخشب في حالة الفيروسات التي تصيب الخشب كما في حالة مرض بيرس Pierce's disease في العنب وكذلك مرض الخوخ المزيف phony peach إذ تتكون تصمغات في الخشب.

(ب) تغيرات سيتولوجية Cytological effects :

غالباً ما تغير الاصابة الفيروسية من حجم وعدد حبيبات النشا في خلايا الورقة . في حالة أمراض الموزايك فان الاوراق المصابة تحتوى بوجه عام على كمية من النشا أقل من الاوراق السليمة ، ولكن في بعض الأمراض (مثل التفاف أوراق البطاطس وتجعد القمة في بنجر السكر) فانها تحتوى على كميات أكبر . كذلك فان البلاستيدات الخضراء تكون أصغر وتحتوى على كلوروفيل أقـــل وتكون إلى حد ما غير متميزة ، وفي بعض الأمراض قد لا تتكون بلاستيدات. بعض الفيروسات وخاصة تلك التي تسبب إصفـــرار قد تؤثر على البلاستيدات المتكونة وتسبب تحلل للكلوروفيل .

إصابة الانسجة بالنيكروزس يؤدى إلى حدوث تغيرات سيتولوجية قبل أن تموت ، إلا أن دراسة هذه التغيرات بواسطة الميكروسكوب الضـــوئي والالكتروني لم تكشف تماما عن كيفية مـــوت الخلايا نتيجة للاصابة الفيروسية .

بالنسبة للنواة فإنها عادة لاتتغير نتيجة للإصابة الفيروسية باستثناء القليل منها ، إذ قد تستطيل وتتشوه فى حالة تجعد القمة فى بنجر السكر أو قد يتغير مظهرها فى بعض الأمراض نتيجة لتكون محتويات خاصة داخل النواة كما سياتى فيما بعد .

بوجه عام فإن الأمراض الفيروسية تؤثر على العديد من الأنشطة المختلفة فى الخلايا ، والتأثير الهام للاصابة يتضح فى تكوين أجسام خاصة داخل الخلايا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب الضوئى ، كما أن الميكرسكوب الالكترونى أظهر وجود تراكيب أخرى يحدثها الفيروس لايمكن رؤيتها بالميكرسكوب الضوئى . هذه الأجسام يطلق عليها اسم الأجسام المحتواة inclusion bodies وهى عبارة عن تراكيب خاصة مميزة تكونها عديد من الفيروسات داخل خلايا العائل الحية .

الأجسام المحتواة تتكون بواسطة بعض الفيروسات دون الأخرى ووجودها يعتبر دليل جيد على أن المسبب المرضى هو فيروس ولكن عدم وجودها لا ينفى أن المسبب فيروس ، مع ملاحظة أن بعض المكونات الطبيعية فى الخلية قد تشبه الاجسام التى يكونها الفيروس . تتواجد الاجسام المحتواة فى جذور وسوق وأوراق وأزهار النباتات المصابه وفى معظم الانسجة لهذه الاعضاء، ماعدا القمم النامية والأوعية الغربالية للحاء . عادة مايمكن فحص هذه الاجسام بسهولة فى خلايا البشرة أو شعيرات الورقة أو الساق ولكن من النادر أن تتواجد فى كل خلية أو فى كل أجزاء هذه الانسجة ، وعموما فهناك نوعين من هذه المحتويات هما الاجسام البلورية والاجسام الامورفية .

١ ـ الأجسام البللورية Crystalline inclusions

تتكون أساسا من الجزيئات الفيروسية ، وقد تتكون على صورة صفائح سداسية أو بللورات إبرية أو مغزلية . هذه الأجسام غير مقاومة للظروف الغير ملائمة وتتهشم بسهولة بحدوث أى ضرر بسيط للخلية الحية التى تحتويها. فى حالة نباتات الدخان المصابة بفيروس موزايك الدخان فان هذه البللورات تتواجد أساسا فى خلايا البشرة والشعيرات الموجودة فى المناطق الفاتحة من الورقة (شكل ١٧) ، أما المناطق الداكنة من الورقة فلا تحتوى خلاياها على تلك البللورات . كذلك تتكون بلورات هذا الفيروس فى خلايا الدخان الكبيرة نوعا فى العمر ، إذ تبدأ الأجسام الأمورفية فى الاختفاء من هذه الخلايا وتتحول إلى أجسام بلورية ، كما قد تتكون الأجسام البلورية من تلقاء نفسها دون أن تتكون من الأجسام الأمورفية .

وقد تابع Bald and Solberg فى أعوام ١٩٦١ ، ١٩٦٢ وكذلك Warmke and Edwardson عام ١٩٦٦ تسلسل تكون بللورات فيروس موزايك الدخان (السلالة العادية) فى شعيرات نبات الدخان ، ولقد وجد أن جزيئات الفيروس تشاهد حرة فى السيتوبلازم فى صورة تجمعات بسيطة من عصويات الفيروس المتوازية . هذه التجمعات تزداد فى الحجم مكونة ما يعرف بالصفائح الرمادية gray plates وهى طبقة أو طبقتين من عصويات الفيروس المتوازية، لا يلبث أن يضاف اليها طبقات جديدة حتى تصبح عديدة الطبقات ، ولا تحاط البللورات المتكونة بغلاف (قد يدخل بين الطبقات أجزاء من الشبكة الاندوبلازمية ، ميتوكوندريا ، وأحياناً بلاستيدات خضراء) . الأجسام البللورية الإبرية أو المغزليه أو الليفية التى قد تلاحظ أحيانا فى خلايا النباتات المصابة بفيروس موزايك الدخان تتكون فى حالات متأخرة من العدوى نتيجة لإعادة ترتيب الجزيئات والتى كانت من قبل مكونة للصفائح البللورية الحقيقية .

البللورات الفيروسية توجد أساساً فى السيتوبلازم ، إلا أن هنـــاك أمثلة معدودة عن بعض الفيروسات التى تكون أجساماً بللورية فى داخل النواة مثل فيروس الموزايك الأصفر فى الفاصوليا وفيروس etch فى الدخان وكذلك إحدى سلالات فيروس موزايك الدخان .

٢ - الأجسام الاموروفية أو أجسام Amorphous or X - bodies × :

هى الأكثر شيوعاً فى النباتات المصابة وأكثر ثباتاً من البللورات (شكل١٨) ، وهى مكونات غير بللورية تتواجد فى السيتوبلازم فقط وغالباً قرب النواة . وهى تتكون من الفيروس الفعال وبعض عناصر السيتوبلازم (أجزاء من الشبكة الاندوبلازمية - الميتوكوندريا - الريبوسومات) وهى أميبيه الشكل إلاأن أشكالها المورفولوجية تختلف باختلاف الفيروس، فبينما تكون بعض سلالات فيروس موازيك الدخان وفيروس تقزم الأرز أجساماً أمورفيه ذات بناء هش يحتوى على فراغ أو أكثر ، نجد أن فيروس تجعد القمة فى بنجر السكر وفيروس موازيك البصل يكونان أجساماً أمورفيه أكثر تماسكا وعديمه الفجوات .

ثالثاً : التغيرات الفسيولوجية (فسيولوجيا النباتات المصابة)

بالرغم من أن الفيروسات النباتية لا تحتوى أية إنزيمات أوتوكسينات أو مواد تزيد من صفاتها المرضية إلا أنها تسبب أضراراً عـديدة للعائل . على ذلك فقد يبدو للوهلة الأولى أن وجود الفيروس (أو الحامض النووى الفيروسى) فى العائل وبما له من خاصية وقدرة على تحويل ميتابولزم العـــائل لصالحه هو السبب فى تلك الأضرار . فى الواقع فإن وجود الجزيئات الفيروسية المعدية أو الحامض النووى (المسئول عن العدوى) حتى ولو بكميات كبيرة فى النبات المصاب ليس سبباً كافياً لتكون تلك الأعراض التى يقاسى منها النبات . الدليل

على ذلك أنه فى بعض الحالات قد لا ترتبط شدة الأعراض الناتجة على النبات بتركيز الفيروس الموجود به ، إذ قد تظهر أعراض شديدة على نبات يحتوى على تركيز منخفض من الفيروس ، وقد تظهر أعراض خفيفة على نبات يحتوى على تركيز مرتفع منه ، كما قد لا تظهر أية أعراض ظاهرية على نبات مصاب بالرغم من وجود الفيروس به كما فى حالة النباتات الحاملة بدون أعراض symptomless carriers .

معنى ذلك أن الأضرار الناشئة عن الإصابة الفيروسية ليست راجعة بالدرجة الأولى إلى استنزاف المواد الميتابولزمية نتيجة لاتجاهها لتمثيل الفيروس نفسه، ولكنها راجعة أيضاً إلى تأثيرات أخرى غير مباشرة للفيروس على ميتابولزم العائل . من المحتمل أن هذه التأثيرات تحدث عن طريق تشجيع الفيروس لتمثيل بروتينات جديدة بواسطة العائل ، بعضها يكون نشطاً بيولوجيا (إنزيمات ، توكسينات ... الخ) ويمكنها أن تتداخل مع ميتابولزم العائل . مثل هذا التداخل قد يؤدى إلى التغيير فى نفاذية الأغشية البروتوبلازمية ، وتنشيط الأنظمة الانزيمية للعائل والتى قد تؤدى إلى تكوين توكسينات ، وإحداث خلل فى النظام الميتابولزمى فلا يسير فى طريقه الطبيعى ، كما قد يؤدى إلى تراكم بعض المركبات الوسطية .

الميكانيكية التى تؤثر بها الفيروسات على فسيولوجيا النباتات المصابة ليست مدروسة بوضوح كامل إلا أن هناك بعض المعلومات عن التغيرات التى يحدثها الفيروس فى بعض العمليات الفسيولوجية وفى ميتابولزم بعض المركبات .

الفيروسات بوجه عام تقلل من عملية التمثيل الضوئى فى النباتات المصابة عن طريق اختزال حجم الأوراق وتقليل الكلوروفيل فى الورقة وتقليل كفاءة

الكلوروفيل . معظم الأمراض الفيروسية ينتج عنها درجات متفاوتة من الشحوب chlorosis ، ولكن فى القليل منها مثل مرض الخوخ المزيف فإن النباتات تبدو أكثر إخضراراً من النباتات السليمة . فى معظم الأمراض الفيروسية فإن التمثيل الضوئى يقل فى النباتات المصابة بدرجة كبيرة ، ومع تطور المرض فإن نسبة التمثيل الضوئى لاتتعدى ½ النسبة الطبيعية . بالرغم من أن السبب الرئيسى فى تقليل التمثيل الضوئى فى النباتات المصابة يكون راجعاً إلى قلة الكلوروفيل أو تكسير البلاستيدات الخضراء أو إلى كليهما معاً فى أوراق النباتات المصابة ، إلا أنه قد وجد أيضاً أنه حتى فى حاله تلك النباتات المصابة والتى لا يظهر عليها شحوب فان قابلية الكلوروفيل للاشتراك فى عملية التمثيل الضوئى تكون قليلة نسبياً . يؤيد ذلك ما وجد من أن كفاءة البلاستيدات الخضراء المعزوله من نباتات مصابة بفيروس حفر الدخان tobacco etch virus فى القيام بعملية التمثيل الضوئى تبلغ نصف كفاءة مثيلاتها المعزوله من نباتات سليمة .

نظراً لأن تكوين النشا يعتمد على التمثيل الضوئى لذلك فنى الكثير من الأمراض الفيروسية وبوجه خاص النباتات المصابة بالموزايك يكون المحتوى النشوى للأوراق المصابة أقل من محتواه فى الأوراق السليمة . فى بعض الأمراض مثل مجموعه تجعد الأوراق leaf curling type وبعض أمراض الاصفرار فإن تجمع النشا فى الأوراق المصابة يكون هو الظاهرة العامة والمثال على ذلك مرض إلتفاف أوراق البطاطس potato leaf roll ومرض اصفرار بنجر السكر sugar beet yellows إذ تحتوى الأوراق المصابة على كمية من النشا أكبر من السليمه . فى معظم هذه الأمراض فان تجمع وتراكم النشا فى الأوراق يكون نتيجة لتحلل وموت فى اللحاء ، ويكون نيكروزس اللحاء هو أحد

الاعراض الاولى لهذه الأمراض وبالتالى يثبط انتقال النشأ فى صورة منتجات متحللة إلى خارج الورقة . تعطل إنتقال النشا فى بعض الأمراض قد لا يكون راجعا إلى موت فى اللحاء ولكن من المحتمل أن يكون راجعا إلى التأثير على بعض الانزيمات المحللة للنشا . فى حالة أمراض الموزايك ، بالرغم من عدم موت اللحاء ، فان النشا يقل إنتقاله من الخلايا المصابة المتغيرة اللون إلى الخلايا السليمة ، إذ تحتوى الاجزاء المصابة على كمية من النشا أقل من المناطق السليمة بعد فترة من التعرض للضوء فى حين تحتوى على كمية أكثر من المناطق السليمة بعد فترة من التعرض للظلام . هذا يعنى أن المناطق المصابة بالفيروس لم يقل فيها فقط تمثيل النشا عن المناطق السليمة ولكن أيضا فان النشا لا يتحلل بسهولة ولا ينتقل من المناطق المصابة بالفيروس بالرغم من عدم حدوث تحلل للحاء .
الاصابة الفيروسية بجانب تقليلها لعملية التمثيل الضوئى فى النبات المصاب فانها قد تغير أيضا من الكميات النسبية للمواد المتكونة . ففى حالة اصابة نباتات الطماطم بفيروس تجعد القمة curly top virus يحدث عديدا من التغيرات إذ يقل النشا فى الأوراق المصابة بنسبة ٢٥ — ٣٠ ٪ ويزداد تكوين الجلوكوز والسكروز بكمية كبيرة تبلغ عدة أضعاف كميتها فى الأوراق السليمة كما يقل إنتقال المواد الغذائية من الأوراق المصابة إلى باقى النبات .

هناك بعض الادلة على أن الفيروس يؤثر على التمثيل الضوئى عن طريق التأثير على تفاعل الظلام dark reaction وليس على تفاعل الضوء . هذا يشير إلى أن بعض الفيروسات قد يمكنها أن تقلل من مقدرة النباتات المصابة على التمثيل الضوئى بدون أن تؤثر تأثيراً مباشراً على الكلوروفيل . فى حالة الأمراض التى لا يحدث فيها تحلل للكلوروفيل فانه يبدو أن التأثير على التمثيل

الضوئى يتم عن طريق زيادة نشاط إنزيم الكلوروفيلاز chlorophyllase ولكن الميكانيكية المسئولة عن تنشيط هذا الانزيم فى النباتات المصابة غير معروفة .

تؤثر الاصابة الفيروسية على تنفس النباتات المصابة ، وهناك عديد من النتائج المتضاربة التى تحصل عليها العلماء وقد يكون ذلك راجعا إلى وجود عديد من العوامل المتغيرة التى لم توضع كلها فى الحسبان . عموما فان Owen عام ١٩٥٩ قد أوضح أن الاختلاف فى نسبة التنفس بين الاوراق المعاملة بنفس المعاملات قد تكون كبيرة حتى ولو كانت النباتات ذات حجم وشكل واحد ، كما أوضح من دراسته لنسب تنفس أوراق الدخان المصابة بالموزايك أن هذه النسب يمكن أن تكون أعلى أو أقل أو متساوية مع الأوراق السليمة تبعاً لما يلى : —

١ - الوقت بعد العدوى .
٢ - الحالة الفسيولوجية للنبات .
٣ - الظروف البيئية السائدة أثناء النمو .
٤ - الأوراق المختارة للدراسة .
٥ - الطريقة المستخدمة فى التعبير عن النتائج .

وهذه النقاط يجب وضعها فى الاعتبار حتى يمكن التوصل إلى نتائج احصائية ذات قيمة .

التأثيرات المختلفة التى يحدثها الفيروس بالنسبة لتنفس العائل ليست مرتبطة إرتباطا مباشرا بتمثيل الفيروس ، إذ ليس من المنطق أن يتأثر تنفس العائل بسبب ضرورة تكوين بروتين وحامض فيروسى ، ولكن المنطقى أن ذلك يرجع إلى بعض التأثيرات الغير مباشرة على ميتابولزم العائل .

بوجه عام فان التنفس فى النباتات المصابة يزداد مباشرة بعد العدوى، ولكن بعد هذه الزيادة الابتدائية فان التنفس فى النباتات المصابة ببعض الفيروسات يبقى عاليا ، بينما فى البعض الآخر من الفيروسات قد يصبح منخفضا عن النباتات السليمة ، وفى حالة البعض الثالث من الفيروسات قد يعود إلى مستواه الطبيعى.

قام **Takahashi and Hirai** عام ١٩٦٤ بدراسة تأثير فيروس موزايك الدخان على البشرة السفلية لأوراق نبات الدخان ووجدا أن التنفس قد ازداد بسرعة بعد العدوى بما يوازى ١٠ ٪ . وبعد حوالى ٤ أيام من العدوى فان التنفس قد تناقص حتى وصل إلى مثيله فى أوراق المقارنه ثم استمر هذا التناقص بعض ذلك . فى حالة عدوى نباتات الدخان بفيروس حفر الدخان **tobacco etch virus** أو فيروس × البطاطس فان الاوراق لم يحدث فيها زيادة مبكرة فى التنفس كما فى الحالة السابقة ولكن الزيادة لوحظت عندما بدأت الأعراض المرضية تظهر على النبات . بالنسبة لتنفس النباتات التى تعطى بقعا موضعية فانه قد وجد ان زيادة معدل تنفس أوراق نبات ***N . glutinosa*** المعداه بفيروس موزايك الدخان تحدث قبل ظهور البقع الميته بعده ساعات كما أن الانسجة الخضراء المقطوعة من بين البقع الميته أظهرت أيضا زيادة فى معدل تنفسها .

بالنسبة لتأثير الاصابة الفيروسية على انزيمات العائل المصاب فانه وجد بوجه عام زيادة فى نشاط معظم الانزيمات المؤكسدة مثل **polyphenol oxidase** ، **cytochrome oxidase, peroxidase** . هناك بعض الدلائل على أن نشاط بعض الانزيمات الاخرى قد يقل وبعضها قد لا يتأثر .

بالنسبة لتأثير الفيروس على المواد النتروجينية فى العائل فلقد وجد أن

ما يقرب من ½ المحتوى النتروجينى لنباتات الدخان المصابة بفيروس موزايك الدخان تكون فى صورة جزئيات فيروسية . هذه النسبة قد تصل إلى ٦٠ ٪ فى النباتات المصابة والنامية فى وجود كميات عالية من الفوسفور وقليلة من النتروجين . هذه الزيادة الكبيرة فى كمية الفيروس لم تكن مصحوبة بزيادة فى النتروجين الكلى إذ تحت هذه الظروف يحدث تهدم فى البروتين الطبيعى. بعض الأبحاث وجدت أن فيروس موزايك الدخان يزداد فى أوراق الدخان خلال ٣ — ١٢ يوم بعد العدوى بينما يكون هناك نقص فى كمية بروتين الاوراق. فى بعض الأمراض قد يكون هناك أحماض أمينيه حره متراكمة ، ويعتقد ان هذا التراكم له دور فى تكوين بعض أعراض الاصابة الفيروسية . إذا ما أمد النبات بتغذية نتروجينية عالية فان كمية النتروجين الكلى فى النباتات المصابة قد تكون أعلى من مثيلتها فى النباتات السليمة وخصوصا بعد فترة التمثيل السريع للفيروس .

بالنظر إلى المركبات الفوسفورية فان الاحماض النووية (RNA ، DNA) للنباتات المصابة تحتوى على فوسفور أكثر من النباتات السليمة ، بينما يبدو أن الفوسفور الغير داخل فى الاحماض النووية يكون أقل خلال تمثيل الفيروس ولكنه يصل إلى مستواه الطبيعى بعد تمام تمثيل الفيروس .

الاصابة الفيروسية يبدو أنها فى بعض الحالات على الأقل تؤدى إلى زيادة محتوى الاوراق من الدهون كما فى حالة إصابة *N. glutinosa* بفيروس ذبول الطماطم المبقع **tomato spotted wilt virus** .

تأثير الأصابة الفيروسية على تجمع بعض المواد الأخرى مثل الاحماض العضوية والفينولات لم يدرس دراسة وافية ولكن هناك بعض الادلة على أن الاحماض العضوية تتأثر إلى حد قليل نسبيا بينما بعض المركبات الفينولية قد تزداد بدرجة ملحوظة فى النباتات المصابة .

بعض الفيروسات قد تسبب تحلل لجذور النباتات المصابة قبل ظهور أى عرض على المجموع الخضرى ، وبالتالى فان أى ضرر يصيب الجذور يؤدى إلى الاخلال فى قيامها بوظائفها الأساسية فيقل امتصاص الماء . كذلك فانه فى العديد من الفيروسات التى تسبب تشوهات الأوراق فان نسبة الخلايا السليمة لأوراق النبات الواحد تقل وبالتالى تضعف قوة الامتصاص اللازمة لتدفق الماء إلى داخل الأوراق ، وهذا بالتالى قد يقلل من نسبة تدفق الماء خلال الخشب .

دراسة تأثير الاصابة الفيروسية على جدار خلية النبات المصاب أثبتت أن الفيروس لا يسبب تحلل للجدر الخلوية حيث أن الفيروس يمـــر من خلية إلى أخرى خلال الخيوط البروتوبلازميه دون الاحتياج إلى الخروج خارج الخلية . هناك تأثير للفيروس على طبيعة الالتصاق بين الخلايا وبعضها فى حالة أوراق نبات *N. glutinosa* المعداه بفيروس موزايك الدخان ، إذ وجد Weintraub and Ragetli عام ١٩٦١ أن جدر الخلايا المحيطة بالبقعة الموضعية تحتوى على بكتات كالسيوم فى الصفيحة الوسطى بعكس الحال فى النباتات السليمة التى تحتوى أساسا على حامض بكتيك . زيادة كمية بكتات الكالسيوم تكون على حساب حامض البكتيك الذى يعتبر العامل الرابط الاساسى بين خلايا ميزوفيل ورقة الدخان . نتيجة لذلك فانه بمعاملات خاصة وباستخدام إنزيم البكتيك Pectic enzyme وجد أن خلايا البقعة والخلايا المجاورة أصبحت مقاومة للفصل عن بعضها فى حين من الممكن فصل خلايا الميزوفيل فى نسيج الأوراق السليمة عن طريق هذه المعاملات . وجد Zaitlen and Coltrin عام ١٩٦٤ ظاهرة مشابهة أيضا فى أصناف الدخان التى تصاب كيافيا بهذا الفيروس ، وبالتالى فانه يعتقد أن العدوى بفيروس موزايك الدخان تؤثر على الرباط بين الخلايا عن طريق التأثير على كمية الكالسيوم الموجودة فى الصفيحة الوسطى .

بالاضافة إلى كل ما سبق فان هناك بعض التغيرات الأخـــرى المختلفة التى يحدثها الفيروس فى النباتات المصابة والتى يصعب التعرض لها جميعا بالتفصيل ولـكن بوجه عام فان الإصابة الفـيروسية تؤثر عـــلى معظم أو كل العمليات الفسيولوجية المختلفة فى النبات تأثيراً مباشراً أو غير مباشر، وهذا يؤدىبطريقة أو أخرى إلى تجمعات غير طبيعية للدواد المختلفة . بعض النباتات لا يظهر عليها أعراض نتيجة لتلك التغيرات الغير طبيعية فى الميتابولزم ، فى حين يتأثر البعض الآخر من النباتات وتظهر عليها الأعراض المرضية المختلفة . تأثير الفيروس على المركبات النتروجينية ومنظمات النمو والمركبات الفينولية يعتبر هـو السبب للأعراض المختلفة حيث ان المركبات النتروجينية ومنظمات النمو تشترك إلى حد كبير فى العمليات المتعلقة بنمو وتشـكيل النبات فى حين أن المنتجـات الفينولية المؤكسدة نظراً لسميتهـا فقد تكون المسئولة عن تطور العديد من أعـراض التحلل والموت necrotic symptoms .

لخص Diener عام ١٩٦٣ التغـيرات والأضرار الفسيولوجية التى عادة ما تصاحب الأمراض الفيروسية فى النقاط التالية : —

١ - تقليل نشاط التمثيل الضوئى .

٢ - زيادة معدل التنفس .

٣ - تجمع المركبات النتروجينية الذائبه وخاصة الاميدات amides .

٤ - زيادة نشاط انزيم البولى فينول أكسيديز polyphenol oxidase .
وتجمع المشتقات البولى فينوليه polyphinol drivatives .

٥ - تقليل نشاط المواد المنظمة للنمو .

بعض العوامل المؤثرة على الإصابه والأعراض

١ ـ الضوء : Light

من الحقائق المعروفة والمتبعة عمليا فى الاختبارات الفيروسية وضع النبات المراد إصابته فى الظلام قبل إجراء عملية العدوى بالفيروس ، وهـــذه المعاملة تزيد من قابلية النبات للاصابة بعديد من الفيروسات . فى كثير من الحـــالات يصعب اجراء العدوى صيفا (شدة اضاءة مرتفعة) فاذا ما أجريت عملية تظليل للنباتات فإن ذلك يزيد من قابليتها للعدوى بالفيروس . من المحتمل أن الزيادة فى قابلية النبات للاصابة ترجع إلى حد ما إلى أن النباتات المحفوظة عـــلى درجة اضاءة منخفضة تسكون لها أدمه (كيوتيكل) رقيقة عن النباتات النامية فى الضو ، وبالتالى فانه من السهل إحداث الجروح اللازمة للعدوى فى مثل هذ الأوراق . هذا التعليل ليس كافيا لشرح تأثير الظلام فى جميع الحالات ، فمثـــلا فى حالة فيروس الشجيرة القزمية . tomato bushy stunt virus فان النباتات المحفوظة فى الظلام قبل العدوى تزداد عليها البقع المتكونة وهذا لا يتعارض مع التعليل السابق، ولكن هذا التعليل لا يعطى تفسير لما وجد من أن انتشار هذا الفيروس فى النبات يكون أسرع من انتشاره فى نباتات المقارنه . كذلك فانه قد وجد أن المعاملة بالظلام لفترات قصيرة لمدة ٢٤ ساعة فقط (أو أقل فى بعض الحالات) قبل العدوى لها تأثير على زيادة الاصابة ، وبدون شك فانه خلال هذه المـــده القصيرة لا تحدث تغيرات أساسية فى تركيب أنسجة الورقة . بعض العلماء يرى أنه تحدث بعض التغيرات الفسيولوجية وخاصة فيما يتعلق بالتمثيل الضوئى ، اذ يعتقد أن التمثيل الضوئى يسبب تجمع منتجات تقلل الاصابة ، وقد أيد ذلك التجارب التى أثبتت أن المعاملة بالظلام قبل اجراء العدوى أو المعاملة بالضوء

فى غياب ثانى أكسيد الكربون وبالتالى غياب التمثيل الضوئى لهما تأثير متساوى فى العمل على زيادة البقع المحلية الناتجة .

حفظ النباتات فى الظلام قبل إجراء عملية العدوى هو الذى له تأثير على زيادة البقع المحلية أما حفظها بعد العدوى فعاده ليس له تأثير .

شدة الاضاءة المرتفعة عادة ما تقلل من تكشف أعراض العديد من الأمراض ولكن فى بعض الحالات مثل مرض تجعد القمة فى بنجر السكر فان الأعراض تكون أشد تحت الظروف الطبيعية بعكس الحال اذا ما ظللت هذه النباتات .

٣ - درجة الحرارة : Temperature

درجة الحرارة لها تأثيرات مختلفة على القابلية للاصابة ، ويتوقف ذلك على ما إذا كانت المعاملة بالحرارة قبل أو بعد العدوى الميكانيكية . وجد Kassanis عام ١٩٥٢ أن النباتات المحفوظة لمدة ١ - ٢ يوم على درجة ٣٦ م تزداد عليها البقع المحلية بشكل ملحوظ جدا وذلك مع أربعة فيروسات مختلفة ، ولقد ربط ذلك بأثر المعاملة بالظلام ، فكلاهما يقلل المواد الكربوهيدراتية فى النبات ، وهذا يزيد من القابلية للعدوى ، وقد ظهر أن الدخان يفقد ٤٠٪ من كربوهيدراته الكلية بعد ٢٤ ساعة على درجة ٣٦ م . بعض العلماء يرى أن الحرارة المرتفعة تشبه الضوء المنخفض فى تقليل مقاومة النبات للأمراض الفيروسية عن طريق منع عمليات التمثيل فى الخلية .

معاملة الأوراق قبل العدوى لمدة بسيطة بالحرارة المرتفعة يزيد من القابلية للاصابة فى بعض الحالات ، إذ أن معاملة أوراق الفاصوليا بالماء الساخن على

درجة ٤٥ م لمدة دقيقة واحدة أعطى زيادة كبيرة فى عدد البقع المحلية الناتجة عن العدوى بفيروس موزايك الدخان .

تؤثر درجة الحرارة كذلك على مقاومة النبات للفيروس فمثـــلا نبات *N. glutinosa* النامى على درجة ٢٢ م تقريبا يعطى بقعاً محلية عند الاصابة بفيروس موزايك الدخان ولكن إذا حفظ النبات على درجة ٣٦ م فإنه يصاب كيانيا . كذلك فان نباتات السبانخ التى تقاوم الاصابة بفيروس موزايك الخيار على درجة حرارة تتراوح بين ١٦ — ٢٠° م تظهر موت كيانى Systimic necrosis إذا ما نمت وأعديت على درجة ٢٧ م ، أى ان المقاومة هنا يتوقف على الحرارة .

إذا عرض النبات بعد العدوى إلى حرارة مرتفعة فان الاثر الناتج يختلف باختلاف الفيروس وباختلاف درجة الحرارة المستعملة ، فى بعض الحالات يزداد إنتشار الفيروس داخل النبات وفى البعض الآخر قد يقل هذا الانتشار . كذلك فان لدرجة الحرارة المستعملة تأثير على سرعة تضاعف الفيروس داخل النبات ، فدرجة الحرارة المثلى لتضاعف فيروس موزايك الدخان تختلف إلى حد ما باختلاف سلالاته . فبعض السلالات تكون أقصى سرعة لتضاعفها حوالى ٢٤° م وفى البعض الآخر تكون ٣١° م، كما أن الدرجة المثلى لتضاعف فيروس الشجيرة القزمية فى الطماطم وفيروس موزايك الخيار تكون ٢٢° م . عموما فان لأى فيروس مجال معين من درجات الحرارة التى يتضاعف فيها ، فيكون له درجة كحد أدنى وأخرى كحد أقصى وثالثة مثلى يتضاعف عليها الفيروس بأقصى سرعة .

فى بعض الحالات تستعمل طريقة تعريض النباتات المصابة إلى درجة حرارة عالية بغرض شفاء النباتات من بعض الأمراض الفيروسية .

تؤثر الحرارة على الأعراض المرضية الناتجة على النبات . درجات الحرارة المرتفعة عادة ما تقلل من شدة أعراض الموزايك كما قد تختفي الأعراض في بعض الحالات . كذلك فانها قد تغير من نوع الأعراض المرضية إذ أنه كما سبق فان فيروس موزايك الدخان يعطى بقعاً موضعية على دخان جلوتينوزا على درجة حرارة حوالى ٢٠° م ويعطى إصابة جهازية على درجة حرارة ٣٦° م .

تؤثر درجة الحرارة على طول الفترة اللازمة لظهور الأعراض المرضيه فعموماً تزداد فترة الحضانة ويقل معدل ظهور الأعراض تحت تأثير درجات الحرارة المنخفضة فى حين تقل طول فترة الحضانة ويزداد معدل ظهور الأعراض تحت تأثير الحرارة المرتفعة .

٣ - الاصابة بمسبب مرضى آخر :

من العوامل التى تؤثر على التفاعل بين الفيروس والعائل هـــو أن يكون هذا العائل مصابا بأمراض أخرى فطرية أو فيروسية .

بالنسبة للفيروسات فهناك تداخل بين السلالات الفيروسية لنفس الفيروس وبين الفيروسات المختلفة وبعضها . إصابة النبات بسلالة لفيروس ما تحمى النبات عموما من الأصابة بسلالة أخرى لنفس الفيروس ، وهذه الظاهرة يطلق عليهـا اسم الوقاية المتبادلة cross protection . فى حالة بعض الفيروسات قد لا توجد وقاية متبادلة كاملة بين سلالاتها كما فى حالة سلالات فيروس تجعد قمـة البنجر إذا أصيب النبات بفيروسين مختلفين فان النتيجة تنحصر فى الاحتمالات التالية :

١ - لا تتداخل الفيروسات مع بعضها وينتـج كل منها أعراضه الخاصـة .

٢ - زيادة فى شدة الأعراض عما لو أصيب العائل بـكل منها على إنفراد ويسمى هذا بالتأثير المشترك أو الجماعى synergism .

٣ — قد يتعارض أحد الفيروسين مع تضاعف (أو الأعراض المرضية) لفيروس آخر ويعرف هذا بالتضاد أو التعارض antagonism .

بالاضافة إلى الوقاية المتبادلة بين السلالات والتضاد بين الفيروسات المختلفة فان النبات قد يكتسب مناعة أخرى ضد بعض الفيروسات عقب الشفاء من هذه الأمراض التى بسببها هــذه الفيروسات ، ويطلق عليها إسم المناعه المكتسبة acquired immuuity . من أمثلة الأمراض الفيروسية التى عندما يشفى منها النبات فانه يكتسب مناعه مرض البقعه الحلقية فى الدخان tobaeco ringspot ومرض البقعه الحلقية فى الطماطم tomato ringspot ومرض إصفرار وتقزم البطاطس potato yellow dwarf . النباتات المعداه بالفيروس تعطى أعراضا شديدة فى أول الأمر ثم تقل هذه الأعراض تدريجيا وتصبح متوسطة عـلى الأنسجة والأعضاء النباتية الجديده وفى النهاية تـكون الأوراق الجـديدة خالية من الأعراض تماما أو قريبة من ذلك ويظهر عليها الشفاء من المرض . رغـم زوال المــرض فان الفيروس ما يزال موجودا داخل أنسجة النبات ولـكن بتركيز منخفض جدا . إذا اعيدت عدوى النبات (بعد شفائه) بنفس الفيروس أو باحدى سلالاته فانه لا ينتج عنها تـكوين أعراض جديده . العقل المأخوذه من تلك النباتات التى شفيت يصعب تمييزها عن السليمة ، وتحت ظروف معينه من درجات الحرارة قد تظهر الأعراض مره أخرى.

بالنسبة للتداخل بين الفطر والفيروس فان Yarwood عام ١٩٥٠، والحادى عام ١٩٦٨ قد وجدوا أن هناك تأثيراً متزايدا zynergistic effect بين صدأ الفاصوليا *uromyces phaseoli* وفـيروس موزايك الدخان فى أوراق الفاصوليا . الأوراق المصابة بالصدأ تحتوى على تركيز نسبي للفيروس أكثر

بكثير من تركيزه فى أوراق النباتات السليمة . كذلك فان الاصابة بالصدأ قد أعادت قابلية الأوراق الكبيرة فى العمر للاصابة بالفيروس . بالاضافة إلى ذلك فان الفاصوليا صنف Bountifull المقاومة للاصابة بفيروس موزايك الدخان تصبح قابلة للاصابة إذا ما أعديت بالصدأ . على نقيض ذلك وجد بعض العلماء تعارضا antagonism بين فيروس موزايك الخيار وبـــين البياض الدقيق فى الخيار .

٤ - عمر وتركيب النبات الوراثى :

تختلف قابلية أوراق النبات للاصابة تبعاً لعمرها وعمـــوما فان الأوراق الأصغر تكون أكثر قابلية للاصابة عن الأوراق الأكبر فى العمر . فى بعض الحالات قد تصاب الأوراق الاكبر بدرجة كبيرة وتعطى بقعا موضعية أكثر من الأوراق الصغيرة .

كذلك فان لتركيب النبات الوراثى اثر كبير على القابلية للاصابة بالأمراض . وتختلف النباتات فى درجة مقاومتها للاصابة بالفيروسات المختلفة ، كما توجد درجات متفاوتةمن قابلية أو مقاومة النبات للاصابة .

٥ - عوامل أخرى :

هناك عديد من العوامل المختلفة التى تؤثر على الاصابة وعلى مظاهر الأعراض منها :

أ - الامداد المائى :

بوجه عام فان النباتات النامية فى إمداد مائى قليل تكون متقزمة وصلبة وهذا يؤدى إلى تقليل الأعراض الظاهرية كما فى حالة أمراض الموزايك.الرطوبة

المرتفعة تزيد من شدة مرض التخطيط فى الطماطم الناشىء عن إحدى سلالات فيروس موزايك الدخان ، كذلك فان زيادة ماء التربة يزيد من حدوث مرض التلون البنى الداخلى فى الطماطم .

فى عديد من الحالات ، فان غسيل الاوراق بعد اجراء العدوى الميكانيكية يزيد من عدد البقع المتكونة .

ب ـ التغذية والتسميد :

دراسة تأثير التغذية والتسميد على قابلية العائل للاصابة من الدراسات المعقدة وبوجه عام فان العناصر الغذائية تؤثر تأثيرا متوازيا على كل من النبات والقابلية للاصابة ، فمعاملات التغذية التى تكون أكثر ملائمة لنمو النبات تكون عادة هى نفسها الملائمة لزيادة القابلية للاصابة . زيادة الكالسيوم يؤدى إلى تقليل شدة الاصابة فى حين أن أيون الفوسفات يزيد منها . الأسمدة المحتوية على كلوريد تزيد من مظاهر الاصابة ببعض الفيروسات مثل فيروس التفاف الاوراق وفيروس Y فى البطاطس .

جـ ـ الوقت خلال اليوم والوقت من السنة :

عدد البقع المحلية المتكونة نتيجة للعدوى الميكانيكية ببعض الفيروسات على بعض العوائل تزداد مع فترات النهار حتى تصل إلى نهايتها عند إجراء العدوى بعد الظهر ثم تقل إلى أن تصل إلى أقل عدد فى الليل وعادة قبل الفجر مباشرة .

كذلك فان لفصول السنة تأثير على الاصابة وعلى مظاهر الاعراض ، فمثلا العديد من أصناف الفاصوليا تكون منيعة عادة للاصابة بفيروس موزايك الخيار صيفا فى حين تعطى عديداً من البقع المحلية شتاءً . بصفة عامة فان الفيروسات التى تسبب أصفرار أو إلتفاف أوراق تكون أعراضها أشد فى

الصيف أما الفيروسات التى تسبب بقعا حلقية أو موزايك فتكون أعراضها أوضح فى الربيع .

د – العصارة الخام المستخدمة فى العدوى الميكانيكية :

عند إجراء العدوى الميكانيكية فان هنـــاك عديداً من العوامل التى يجب مراعاتها عند تحضير مادة اللقاح inoculum . عادة ما تحضر مادة اللقاح من الأوراق الصغيرة لنباتات مصابة جهازياً . وبوجه عام فانه يجب أن تجهز من الأجزاء النباتية التى يكون فيها تركيز الفيروس أعلى ما يمكن ومحتواها من المثبطات أقل ما يمكن . تثبيط الفيروس فى العصارة الممدية قد يكون راجعا لوجود بعض المركبات مثل التانينات tannins أو لعدم ملاءمة تركيز أيونُ الأيدروجين فى العصارة أو نتيجة لأن بعض الفيروسات تكون حساسة لعمليات الأكسدة التى تحدث فى العصارة . عموماً يجب التخلص بقدر الامكان من فعل هذه المثبطات وهناك بعض الطرق الخاصة التى قد تتبع فى مثل هذه الحالات .

صفات الفيروس فى العصارة المعدية تتأثر بعديد من العوامل التى تؤثر بالتالى على حدوث الاصابة ، فمثلا تخفيف العصارة إلى حد كبير أو استخدامها بعد فترة طويلةمن الاستخلاص، أو تعريضها لدرجات حرارةعالية كلها عوامل قد تؤدى إلى أن يفقد الفيروس قدرته على إحداث الاصابة. على ذلك فانه يجب معرفة صفات الفيروس فى العصارة وهذه الصفات يمكن تعريفها كما يلى :

١ – درجة التخفيف النهائية (Diiution end point (D E. P· أعلى هى أعلى تخفيف للعصارة المعدية يظل عنده الفيروس قادرا على الاصابة .

وعمليا فانها تقع بين أعلى تخفيف يظل عنده الفروس فعالا وبين التخفيف الذى يليه ولا يعطى عنده الفيروس إصابة .

٢ ـ درجة الحرارة المميتة: Thermal inactivation point (T. I. P.)

هى أعلى درجة حرارة لازمة لتثبيط نشاط الفيروس للمرضى تماما فى العصارة المعدية خلال عشرة دقائق .

عملياً نذكر درجة حرارة واحدة كدرجة مميتة أو قد تذكر درجتين يثبط بينهما نشاط الفيروس .

٣ ـ فترة التعمير in vitro (خارج العائل) Longevity in vitro (aging) (L. I. V.)

هى المدة التى يظل خلالها الفيروس محتفظا بقدرته على العدوى فى العصارة الخام المحفوظة على درجة حرارة المعمل (٢٠ - ٢٢°م) .

بالاضافة إلى ما سبق فان كمية مادة اللقاح المستخدمة فى العدوى قد تؤثر إلى حد ما على سرعة الاصابة إذ أنه فى بعض الأحوال قد يكون هناك ارتباط بين قلة أو زيادة مادة اللقاح وبين تأخير أو سرعة ظهور الأعراض . كذلك فان إستخدام المواد الخادشة عادة ما يزيد من الاصابة .

الأعراض الشبيهة بأعراض الأمراض الفيروسية ومسبباتها

عديد من العوامل الطبيعية والكيماوية والحيوية يمكنها أن تؤثر على بعض النباتات مسببة أعراضا غير طبيعية تتشابه إلى حد كبير مع تلك الأعراض التى تسببها الفيروسات، ونتيجة لذلك قد يحدث خلط وخطأ فى تشخيص مرض ما وبالفعل هناك العديد من الأمراض التى ظل الاعتقاد لفترة طويلة أنها ناشئة عن إصابة فيروسية ثم ظهر بعد ذلك خطأ هذا الاعتقاد . من هذه العوامل ما يلى : -

١ — الميكوبلازما : Mycoplasma

مجموعات الأمراض التى تتميز بأعراض الإصفرار العام للأوراق - التقزم - مكنسة الساحر (العفريت) witches - broom وتغيير شكل الزهرة إلى شكل ورقى phyllody اعتبرت إلى وقت قريب جداً من الأمراض التى تسببها الفيروسات . وبالرغم من عدم إمكان نقل العدوى بهذه الأمراض ميكانيكيا إلا أنها اعتبرت ناشئة عن الإصابة بفيروسات لما يلى :

(أ) عدم وجود أى مسبب آخر للمرض من فطر أو بكتريا أو ركتسيا أو بروتووزا.

(ب) يمكن نقل هذه الأمراض بالتطعيم .

(ح) تقوم نطاطات الأوراق بنقل هذه الأمراض .

(د) بعض من هذة الأمراض يمكن أن ينتقل بواسطة الحامول .

(ه) بدراسة أحد أمراض هذا النوع وهو إصفرار الاستر وجدت بعض

الأدلة على أن المسبب يمر خلال المرشحات البكتيرية .

وقد توصل Black سنة ١٩٤٠ — ١٩٤٣ إلى أن مسبب مرض إصفرار الاستر له حجم أكبر نسبياً من الفيروسات النباتية المعروفة فى ذلك الوقت ، ومرت عشرات السنين وعلماء الأمراض الفيروسية على اعتقادهم من أن المسبب فيروس . وأجريت محاولات عديدة لعزل وتنقية الفيروس من النباتات المصابة بأمراض الاصفرار ولكن هذه المحاولات فشلت ، وكان المعتقد أن ذلك راجع إلى أن الفيروس يوجد بتركيز منخفض جداوأنه غير ثابت أو أنه يتجمع تحت الظروف المستخدمة فى عزله .

فى عام ١٩٦٧ تمكن Doi *et al* عند فحص قطاعات رقيقة بالميكروسكوب الاليكترونى لنباتات بتونيا مصابة باصفرار الاستر ونباتات بطاطس مصابة بمرض مكنسة العفريت witches broom وأشجار توت مصابة بالتقزم من رؤية أجسام تشبه الميكوبلازما mycoplasma like bodies فىسيتوبلازم خلايا اللحاء (أنابيب غربالية ، خلايا مرافقة ، خلايا برانشيمية) . وبفحص النباتاتالسليمة لم تشاهد مثل هذه الأجسام .

الأجسام التى شوهدت كانت كروية أو إهليجية (بيضاوية) أو غير منتظمة الشكل وذات قطر يتراوح بين ٨٠ و ٨٠٠ ملليميكرون ويحدها غشاء واحد مفرد ولكن ليس لها جدار خلوى (شكل ١٩) . وبعض هذه الجزيئات كان قطره صغير يتراوح بين ١٠٠ و ٢٥٠ ملليميكرون ويميل شكله إلى الشكل الكروى تقريبا ووجدت بها جزيئات تشبه الريبوسومات قطرها حوالى ١٣ ملليميكرون . كذلك شوهد فى كثير من تلك الأجسام خيوط من مواد لها مظهر يشبه الـ DNA في البكتريا , وبالنسبة للجزيئات الأكبر والتى يزيد قطرها

عن ٣٠٠ ملليميكرون فقد شوهد فيها فجوه مركزية بها حبيبات الريبوسومات فى منطقة قريبة من الغشاء . كلا النوعين من الأجسام الصغيرة والكبيرة وجدت فى نفس الخلية الواحدة . وشوهدت الأجسام الصغيرة فى حالات كثيرة وهى مرتبطة بأخرى كبيرة بواسطة انقباض مما يوحى بأنهم تكونوا لنتيجة للتبرعم .

وجد أن عدد الأجسام الموجودة اللحاء يتناسب طرديا مع شدة المرض وفى الأطوار الأولى للاصـــابة كانت الأجسام قليلة وشدة المرض متوسطة أما فى النباتات المصابة بشدة فكانت الأجسام كثيرة العدد .

عديد من الميكوبلازما التى تصيب الثدييات حساسة للمضادات الحيوية التى تتبع مجموعة الـ tetracycline بينما الفيروسات النباتية ليست كذلك . قام Ishiie et al عام ١٩٦٧ بمعاملة نباتات التوت المصابة بالتقزم بثـــلاث من المضادات عن طريق رش الأوراق ومعاملة التربة وغمر الجذور . وجد هؤلاء العلماء أن مضادين هما Achromycin and Aureomycin بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون أوقفت تقدم الأعراض . أكثر الطرق فاعلية كانت طريقة غمس جذور النباتات المصابة فى هذه المواد . كما وجد أيضا أن المجموع الخضرى الذى شفى كان لحائه خاليا من هذه الأجسام ، إلا أن هذا الشفاء لم يكن مستديما ، فبعد فترات مختلفة من الوقت ظهرت الأعراض ثانية على النموات الصغيرة .

الميكوبلازما التى تصيب الثدييات تحتاج إلى Steroles عندما تنمو على بيئات مغذية كما أنها تحتاج إلى بيئة تميل إلى القلوية نوعا ما وإلى ظروف خاصة ويبدو أن اللحاء بيئة ملائمة للميكروبلازما التى تصيب النبـــاتات إذ يهىء لها احتياجاتها .

أمراض الاصفرار والتقزم بواسطة النطاطات التى تتغذى على اللحاء ونظراً

لأن الميكوبلازما ترتبط باللحاء فقد يكون ذلك دليلا على أنها هى المسبب لهذه الأمراض . وفى بعض هذه الأمراض شوهدت الأجسام الشبيهة بالميكوبلازما فى النباتات المصابة وفى النطاطات الناقلة فى حين لم تشاهد فى النباتات ولا فى النطاطات السليمة .

عموما فان أمراض الاصفرار والـ witches broom والأمراض المشابهة يرجح أنها ناتجة عن ميكوبلازما للأسباب التالية :

(أ) توجد فى النباتات المصابة وتخلو منها النباتات السليمة .

(ب) توجد فى نطاطات الأوراق التى تحمل مسبب المرض وتخلو منها النطاطات التى لا تحمله .

(ح) لم يمكن التعرف على أية أجسام تشبه الفيروسات فى النباتات المصابة.

(د) يمكن علاج هذه الأمراض مؤقتابواسطةمشتقات الـ Tetracycline وفى الأنسجة التى تشفى لا تشاهد مثل هذه الأجسام .

(ه) يعرف عن الميكوبلازماأنها تسبب بالفعل أمراضاللانسانوالحيوان

إذا ماسلمنا بأن الميكوبلازما تسبب الأمراض المذكورة سابقا ، فمن المنطق أنها تسبب أمراضا أخرى عديدة ، وبالفعل هناك ما يزيد عن خمسين مرضا فى الوقت الحاضر قد ذكر أن المسبب لها ميكوبلازما وليس فيروسا ،

٣ ـ التوكسينات التى تفرزها بعض مفصليات الأرجل :

Toxins produced by Arthropods

الحشرات وبعض مفصليات الأرجل الأخرى التى تتغذى على النباتات قد تفرز توكسينات فعالة جدا تنتشر جهازيا خلال النباتات مؤدية إلى ظهور أعراض تشبه الأعراض الناشئة عن الاصابة الفيروسية ، على سبيل المثال فان

إناث حشرة *Calligypona pellucida* التــابعة لرتبة متشابهة الأجنحة Homoptera تفرز توكسينات لعابية تسبب تأخير عام للنمو كما تمنع تكوين الخلفات فى النبات . كذلك فإن بعض الحلم ereophid mites التى تتغذى على البرسيم قد تسبب ظهور أعراض على الأوراق الصغيرة تشبه الموازيك ، ويكفى أن يتغذى حلم واحد على النبات لكى تظهر تلك الأعراض ، فى حين أن تغذية عدد كبير من الحلم على نبات واحد تؤدى إلى ظهور عرض يشبه مكنسة الساحر witches broom والذى شخص بالفعل خطأ على أنه مرض ناشىء عن الاصابة الفيروسية .

٣ ـ الخلل الوراثى : Genetic abnormalities

هناك العديد من نباتات الزينة التى أنتجها العاملون فى هذا المجال نظراً لوجود تبرقشات موازيكية أو لتقطع فى ألوان أوراقها . هذا التوزيع الغير طبيعى فى لون الأوراق يرجع إلى خلل وراثى فى البلاستيدات الخضراء نتيجة لحدوث طفرات فيها . أعراض الموازيك الناشئة عن هذه الحالة تتشابه إلى حد كبير مع تلك الناتجة عن الاصابة الفيروسية إلا أن التدرج من لون إلى آخر فى الحالة الأولى يكون فجائيا وتكون الفروق بين الألوان حادة فى حين أن هذا التدرج فى حالة الاصابة الفيروسية يكون تدريجيا . من الأمثلة على تشابه أعراض طفرات وتلك الناشئة عن الاصابة الفيروسية ما سجله Edwardsou and Corbett عام ١٩٦٢ ، إذ وصفا طفرة خيطية فى نبات الطماطم صنف مارجلوب ، حيث يأخذ النبات شكلا يشبه النبات المصابة ببعض سلالات فيروس موازيك الخيار وفيروس موازيك الدخان ويكون نصل الأوراق مختزلة اختزالا كبيرا مما يعطى النبات المظهر الخيطى . مثل هذه الأعراض لا تنتقل بالتطعيم (شكل ٢٠) .

٤ ـ نقص التغذية : Nutritional deficiencies

نتيجة لنقص التغذية فان النبات يأخذ شكلا غير طبيعياً وتظهر عليه أعراضا مرضية مثل التغير فى اللون أو موت بعض أنسجة الورقة. مثل هذه الأعراض قد تتشابه مع تلك الناشئة عن الاصابة الفيروسية . على سبيل المثال فان نقص المغنسيوم والحديد فى فول الصويا يؤدى إلى تحزم أخضر العروق مع إصفرار المناطق بين العروق . كذلك فان نقص المغنسيوم فى نبات بنجر السكر يؤدى إلى إصفرار وموت بعض الأنسجة وهذه الاعراض تشابه تلك التى يسببها فيروس اصفرار بنجر السكر Sugar beet yellow virus . الدراسات التى أجريت باستخدام الميكروسكوب الالكترونى على أوراق نباتات الفاصوليا التى تعانى من نقص الفوسفور أظهرت تحلل فى البلاسيدات الخضراء تشبه تلك التى شوهدت فى حالة بعض الأمراض الفيروسية .

٥ ـ الحرارة المرتفعة : High temperature

قد تظهر على بعض النباتات التى تنمو على درجات حرارة أعلى من المعدل أعراضا تشبه أعراض الاصابة الفيروسية . عند حفظ نباتات *Nicotiana glutinosa* على درجة حرارة تبلغ ٣٧٫٨° لمدة تتراوح بين ٤ — ٨ أيام ثم إعادتها مرة ثانية إلى درجة ٢٢° م فان الاوراق الجديدة يظهر عليها أعراض موازيك وشفافية عروق وشحوب وبعض الاعراض الاخرى الغير طبيعية والتى تشبه ما ينتج عن الاصابة الفيروسية . هذه الأعراض تختفى تدريجيا فى الاوراق الجديدة التى تظهر بعد ذلك ، ولكن إذا ما عرضت هذه النباتات مره أخرى إلى الحرارة المرتفعة فان الأعراض تظهر ثانية .

فحص الأوراق الصغيرة للنباتات المعاملة بالحرارة المرتفعة أظهر بعض التغيرات فى البلاستيدات الخضراء وزيادة فى حجم الحبيبات الدهنية وبعض التغيرات الأخرى الغير طبيعية والتى يشبه بعضها ما ينتج عن الاصابة الفيروسية.

٦ — الهرمونات : Hormones

تستخدم الهرمونات على نطاق واسع كمبيدات للحشائش ، وهذه قد تسبب لبعض النباتات أعراضا تشبه أعراض الاصابة الفيروسية . العديد من النباتات تكون حساسة لتأثير 2,4 - D (2, 4 - dichlorophenoxyacetic acid) وخاصة الطماطم والعنب الذى يسبب لأوراقها ولغيرهما من النباتات تشوهات متشابهة مع تلك التى تنتج عن الاصابة الفيروسية (شكل ٢١) .

بعض المركبات التشبيهة بالـ 2,4 - D قد تعمل على منع تطور خلايا الميزوفيل فى الورقة منعا شبه كامل ما يؤدى إلى أن يأخذ النبات مظهراً خيطيا أو قد تسبب إعاقة نمو العروق بدرجة أكبر من الميزوفيل ما يجعل الورقة تأخذ شكلا مجعدا مشابها فى ذلك بعض أمراض تجعد الاوراق كما فى حالة الدخان والقطن .

٧ — بعض العوامل والمواد الأخرى :

بعض العوامل والمواد المختلفة قد ينشأ عنهـا أعراض شبيهة بالأعراض الفيروسية فمثلا بعض النباتات التابعة للعائلة Gesneraceae يظهر عليها حلقات وتخططات تميل إلى الاصفرار أو أنسجة بنية إذا ما رويت بماء بارد فى الاوقات الساطعة الشمس . كذلك فعند معاملة الورقة السفلية لنبات دخان صغير بواسطة المضاد الحيوى Actinomycin D فان الاوراق العلوية الصغيرة الحديثة يظهر عليها أعراض شفافية العروق وذلك بعد حوالى يوم واحد من تلك المعاملة ،

وباكتمال نمو الاوراق يظهر عليها أعراض موزايك شبيهة بأعراض الاصابة بفيروس موزايك الدخان . هذه الأعراض تختفى تدريجيا على الاوراق الحديثة التى تظهر بعد ذلك حتى تختفى تماما .

بعض المبيدات الجهازية والتى قد تستخدم للقضاء على بعض الحشرات قد تؤدى إلى ظهور أعراض تشبه إلى حد كبير تلك الناشئة عن الاصابة الفيروسيه.

بالاضافة إلى ماسبق فان المسببات المرضية المختلفة سواءا كانت فطرية أو بكتيرية أو نماتودية أو فسيولوجية قد ينتج عنها أعراضا متشابهة مع تلك الناشئة عن فيروسات .

الفصل الخامس

إنتقال الفيروسات النباتية

Transmission of plant viruses

إن الفيروس كتطفل إجبارى لابد وأن تكون له القدرة على الانتقال والانتشار من نبات مصاب إلى نبات سليم . وحيث أن الفيروسات ليس لها القدرة على إختراق طبقة الكيوتيكل فإنه لابد من وجود وسيلة لادخالها الخلية الحية . معرفة طرق الانتقال لها أهمية كبيرة فعند دراسة مرض ما فانه لايمكن التعرف على أن المسبب فيروسى مالم يمكن نقله باحدى وسائل الانتقال من نبات مصاب إلى آخر سليم من نفس الصنف محدثاً نفس المرض . كذلك فان معرفة الطرق التى ينتقل وينتشر بها الفيروس فى الحقل ضرورية للتوصل للطرق المناسبة للمقاومة . علاوة على ذلك فان للعديد من طرق الانتقال وخاصة الميكانيكية منها أهمية كبيرة فى الدراسات المعملية المختلفة التى تجرى على الفيروسات . لهذه الأسباب وغيرها نجد أنه من الأهمية بمكان التعرف على الوسائل التى تنتقل بها الفيروسات المسببة للأمراض النباتية .

ومن الطرق المعروفة حالياً لانتقال الفيروسات هى :

١ - الانتقال الميكانيكى	٢ - التطعيم	٣ - التكاثر الخضرى للنباتات
٤ - البذور	٥ - الحامول	٦ - التربة
٧ - الحشرات	٨ - الحلم	

١ - الانتقال الميكانيكى Mechanical transmission :

تنتقل بعض الفيروسات من نبات مصاب إلى آخر سليم بالطرق الميكانيكية

وقد يحدث هذا الانتقال طبيعيا فى الحقل أو يجرى بالطرق الصناعية فى التجارب الحقلية والمعملية .

الانتقال الميكانيكى فى الحقل قليلا ما يحدث نتيجة ملامسة نبات مصاب لآخر سليم ، وقد يحدث مثل هذا الانتقال فى حالة الزراعات الكثيفة ، ونتيجة لهبوب الرياح الشديدة فإن أوراق النباتات المتجاورة تحتك مع بعضها وقد تحدث بها بعض الجروح ينتقل خلالها الفيروس من النبات المصاب إلى السليم . ومن أكثر الفيروسات التى تنتقل بهذه الطريقة فيروس موازيك الدخان وفيروس × البطاطس .

يقوم الانسان والحيوان بدور فى نقـــل بعض الفيروسات فى الحقل أثناء العمليات الزراعية المختلفة وذلك بإحداث جروح فى بعض النباتات وتعلق بعض العصارة المعدية بأيدى وملابس العمال وبالأدوات الزراعية المختلفة وعن طريقها تنتقل الفيروسات إلى النباتات السليمة ، كما أن عملية تقطيع التقاوى فى البطاطس من العوامل الهامه فى انتشار فيروس × فى البطاطس . وتقـــوم الحيوانات المختلفة بنقل الفيروسات أثناء تغذيتها وانتقالها بين النباتات .

نقل العدوى ميكانيكيا بالطرق الصناعية له أهمية كبرى فى الدراسات المختلفة ، ويتم ذلك عن طريق أنسجة النبات المصاب فى هاون مثلا (عادة الأوراق المتوسطة والصغيرة فى العمر إذ أنها غالباً هى التى تحتوى على تركيز عالى من الفيروس) وقد يضاف أثناء عملية الصحن محلول منظم (غالباً ما يكون فوسفاتى) وهذا يعمل على المحافظة على ثبـات الفيروس . بعد أن تتم عملية الصحن تصفى العصارة خلال طبقة مزدوجة من الشاش وذلك للتخلص من بقايا الأنسجة النباتية. تستخدم العصارة النباتية بعد ذلك فى عدوى النبات المراد نقل الفيروس إليـــه

وذلك بغمس قطعة شاش أو قطعة من القطن أو قضيب زجاجى خاص أو فرشاه أو الاصبع أو غير ذلك فى العصارة ثم حكها برفق على أسطح أوراق النبات . عادة ما ترش الأوراق قبل حكها بالعصارة بواسطة مادة خادشة abrasive مثل الكاربورانم carborundum أو تضاف تلك المادة إلى العصارة قبل إجراء عملية العدوى فيدخل الفيروس إلى داخل الخلايا عن طريق الجروح الناتجة عن إستخدام المواد الخادشة أو عن طريق تكسير الشعيرات وبالتالى يسبب الاصابة الجديدة . تظهر الأعراض على العائل الذى يعطى بقعا موضعية local lesion عادة فى خلال ٤ — ٧ أيام أو أكثر قليلا وتشير عدد البقع المتكونة إلى تركيز الفيروس فى العصارة . أما فى حالة العائل الذى يصاب جهازيا فان الأعراض تظهر فى خلال ١٠ — ١٥ يوما تقريبا .

٣ - الانتقال بالتطعيم Transmission by grafting :

يعتبر التطعيم طريقة من طرق التكاثر الخضرى وفيها ينمو جزء من نبات معين على جزء من نبات آخر . عندما يحدث الالتحام فان الأصل والطعم يصبحان نباتاً واحداً ، فاذا كان الأصل أو الطعم مصاباً بالفيروس فان النبات كله سوف يصاب وهذا فى حالة إذا ما كان الجزء الآخر غير المصاب قابلا للإصابة .

هناك نوع من التطعيم قد يحدث طبيعياً بين جذور الأشجار إذ تتلامس الجذور وتتداخل مع بعضها وبالتالى قد يحدث إنتقال للفيروس من الأشجار المصابة إلى السليمة بهذه الطريقة .

خلال الفترات الأولى لدراسة الفيروسات النباتية كثيراً ماعرف المسبب المرضى على أنه فيروسى عن طريق انتقاله بالتطعيم وعدم رؤيته تحت الميكروسكوب الضوئى . كثيراً من الفيروسات التى كان يعتقد أنها تنتقل فقط عن طريق التطعيم

أمكن اكتشاف طرق أخرى لانتقالها فى الوقت الحالى ، إلا أنه يجب الأخذ فى الاعتبار أن التطعيم قد ينجح فى نقل الفيروس بينما تفشل الطرق الأخرى .

٣ – الانتقال أثناء التكاثر الخضرى

Transmission by vegetative propagation

كثيراً من الفيروسات ذات الأهمية الاقتصادية تنتشر جهازيا خلال النبات، فاذا ما أصيب النبات بالفيروس فانه يظل مصابا طول حياته . وعلى هذا ففى حالة النباتات التى تتكاثر خضريا سواء عن طريق العقل أو الدرنات أو الكورمات أو الأبصال أو الريزومات فان الفيروس ينتقل غالبا من النبات الأم المصاب إلى النباتات الجديده .

٤ – الانتقال عن طريق البذور Seed transmission

ان ما يقرب من ⅒ الفيروسات المعروفة تنتقل خلال بذور النباتات المصابة أو أثناء عملية تلقيح أزهار النباتات السليمة بحبوب لقاح من نباتات مصابة . ولقد عرف مؤخرا أن تأثير الفيروس المنقول بواسطة حبوب اللقاح لا يقتصر على إصابة البذور المتكونة والبادرات الناتجة عن هذه البذور ولكن تأثيره قد يتعدى أيضا إلى النبات الأم إذ إنه ينتشر خلال الزهرة المخصبة ومنها إلى النبات فيصيبه ومن أوضح الأمثله على ذلك إنتقال فيروس إصفرار الكريز sour cherry yellows virus تجريبيا من شجرة إلى شجرة عن طريق حبوب اللقاح . النقل عن طريق البذور يؤدى إلى اصابة النباتات فى أطوار نموها الأولى ما يجعلها كمصادر عدوى مبكرة متفرقة فى الحقل ، ولو وجد لتلك الفيروسات مصادر أخرى للنقل كالحشرات مثلا لأدى ذلك إلى إنتشارها انتشارا سريعاً على النباتات . كما ان تلك الفيروسات قد تظل محتفظة بحيويتها مدة طويلة فى البذور وعلى هذا فانها قد تنتقل مع البذور إلى مسافات بعيدة . وحيث أن التعرف على الفيروسات فى البذور لم يصل بعد إلى مرحلة متقدمة فان القائمون بالحجر الزراعى فى أغلب الأحوال لا يستطيعون بسهولة تحديد هذه الفيروسات فى البذور الأمر الذى يساعد على دخول هذه الفيروسات إلى بلاد خالية منها .

إنتقال الفيروسات عن طريق البذور قد يتم داخليا أو خارجيا ، ولقد وجد فولتون Fulton سنة ١٩٦٤ أن هناك ٢٠ فيروسا تنتقل داخليا خلال البذور . من هذه الفيروسات فيروس التبقع الحلقى فى الدخان ، فيروس موزايك الخس ، فيروس الموزايك التخططى فى الشعير ، فيروس موزايك الفاصوليا وفيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى وغيرها .

قد يحدث النقل خارجيا كما فى حالة فيروس موزايك الدخان الذى يحمل خارجيا على بذور الطماطم المصابة ، وقد وجد أن هناك نسبة بسيطة من البذور قد تحمل الفيروس فى الاندوسبرم . هذا ولم يشاهد فيروس موزايك الدخان فى جنين بذور نباتات الطماطم المصابة .

هناك العديد من العوامل التى تؤثر على نسبة البذور المصابة نذكر منها التالى :

(أ) الفيروس والسلالة الفيروسية :

تختلف نسبة البذور المصابة باختلاف الفيروس ، فقد تصل هذه النسبة إلى ١٠٠ ٪ كما فى حالة انتقال فيروس التبقع الحلقى فى الدخان خلال بذور بعض نباتات فول الصويا المصابة بذلك الفيروس ، بينما نباتات الخس المصابة بفيروس موزايك الخس قد تعطى من ٣ - ١٥ ٪ بذور مصابة .

معظم سلالات فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى تصيب الأجنة إلا أنه يحدث لها تثبيط عند تمام نضج البذور ، ولكن تعرف سلالة من هذا الفيروس تنتقل خلال ٣ — ٤ ٪ من بذور النباتات المصابة .

ب ـ النباتات العائل :

بعض الفيروسات قد تنتقل عن طريق بذور أنواع مختلفة من النباتات .

ففيروس الحلقة السوداء فى الطماطم ينتقل عن طريق بذور ٩ أنواع تتبع ٦ عائلات . بعض الفيروسات الأخرى تنتقل عن طريق بذور عائل معين بينما لا تنتقل عن طريق بذور عائل آخر مثل فيروس موزايك الحامول المستتر الذى ينتقل خلال ٥ ٪ من بذور نباتات الحامول المصابة بينما لا ينتقل خلال بذور الشمام.

تختلف نسبة البذور المصابة اختلافا بينا باختلاف أصناف أنواع النباتات المصابة بفيروس معين . فمثلا وجد أن فيروس موزايك الخس لا ينتقل خلال بذور الصنف Cheshunt Early Giant بينما ينتقل الفيروس بنسب مختلفة تتراوح ما بين ١ - ٨ ٪ خلال بذور أصناف الخس الأخرى .

(جـ) وقت اصابة النباتات :

يمكن القول عامة أن النباتات التى تصاب بعد إنباتها مباشرة تحمل نسبة عالية من البذور المصابة وذلك بعكس النباتات التى تصاب قبل التزهير مباشرة إذ تحمل نسبة صغيرة من البذور المصابة . أما النباتات التى تصاب بعد التزهير فقد تكون بذورها خالية تماما من الفيروس .

(د) هناك بعض العوامل الأخرى التى تؤثر على نسبة البذور المصابة المتكونة على النبات المصاب مثل عمر البذرة المستخدمة فى زراعة النباتات الأصلية ، وميعاد جمع البذور والعوامل البيئية السائدة وخاصة درجة الحرارة .

لقد وضعت العديد من النظريات عن الأسباب التى تحدد إنتقال الفيروس عن طريق البذور ، ولكن لا توجد صورة واضحة مكتملة عن ذلك حتى الآن. نقل الفيروس عن طريق البذرة ليس مرتبطا بخواص مجموعة أو عائلات معينة من مغطاه البذور ولا بالشكل الظاهرى للفيروس إذ ينتقل عن طريق البذرة

بعض الفيروسات العصوية والكرويه وكذلك الفتروسات الكبيرة بينما الكثير من الفيروسات لا ينتقل . إن ما يحتاج إلى إيضاح هو أن الكثير من الفيروسات ومنها الفيروسات الثابتة والتى توجد فى أوراق عوائلها بتركيزات عالية لا تنتقل خلال البذور فى حين تنتقل بعض الفيروسات الأقل منها ثباتا . وعموما فان النقل الحقيقى عن طريق البذرة يعنى أن يدخل الفيروس الجنين ويبقى فيه وعلى هذا فان عدم النقل الحقيقى للفيروس عن طريق البذرة يرجع إلى عدم قدرته على دخول الجنين أو أنه قد يدخل الجنين ولكنه يفقد بعد ذلك أو يحدث له تثبيط .

٥ ـ الانتقال بواسطة الحامول Dodder transmission :

إن الانتقال عن طريق الحامول .Cascuta spp ليس له أهمية تحت الظروف الطبيعية فى الحقل ولكن تظهر أهميته الكبيرة فى التجارب المعملية حيث يمكن عن طريق الحامول نقل بعض الأمراض من نباتات مصابة إلى أخرى سليمة يمكن للحامول أن يتطفل عليها . وقد يكون الانتقال بين نباتات تنتمى إلى عائلات غير متقاربة تقسيميا ولا ينجح بينها التطعيم .

تتم عملية النقل بترك ساق الحامـــول لكى يثبت نفسه ويتغذى على النبات المصاب وعند ظهور سيقان جديدة يسمح لها بالتطفل على النبات السليم أو بوضع ساق النبات المصاب مجاورا لساق النبات السليم ثم يترك ساق الحامول لكى يلتف حولها معا .

تنتقل الفيروسات بحركة سلبية فى العصارة الغذائية الممتصة بواسطة الحامول من الحزم الوعائية للنبات المصاب وبعد انتقالها إلى لحاء الحامول فانها تنتقل إلى النبات السليم بواسطة الممصات الجديدة للحامول والتى تصبح على اتصال بالحزم الوعائية للنبات السليم . فى بعض الحالات قد يتضاعف الفيروس داخل نبات الحامول

٦ ـ الانتقال عن طريق التربة Soil transmission :

إنتقال الفيروسات عن طريق التربة يمثل أحد الوسائل الهامةفى نقل وانتشار الأمراض الفيروسية . ومازال هناك الكثير والغير معروف عن ميكانيكية الانتقال هذه .

وعموما فهناك ثلاثة أنواع من طرق إنتقال الفيرسات عن طريق التربة :

(ا) الانتقال بدون ناقلات أرضية معروفة .

(ب) الانتقال بواسطة الفطريات .

(جـ) الانتقال بواسطة النياتودا .

(ا) الانتقال بدون ناقلات أرضية معروفة :

قد تكون الجزيئات الفيروسية ثابته stable بدرجة تمكنها من الاحتفاظ بنشاطها الحيوى فى التربة بدون مساعدة أى عوامل أخرى . وينطبق ذلك على فيروس موزايك الدخان إذ عند زراعة عائل قابل للاصابة فى أرض ملوثة بهذا الفيروس فان العائل سوف يصاب وتحدث الاصابة غالبا خلال الجروح الدقيقة التى تحدث فى الجذور أو عن طريق الجروح التى تتواجد على الأوراق السفلى الملاصقة لسطح التربة .

(ب) الانتقال عن طريق الفطريات Transmission by fungi :

يعرف حتى الآن حوالى ٧ فيروسات تنتقل بواسطة فطريات التربة ـ soil inhabiting fungi . من أكثر فطريات التربة الناقلة للفيروس دراسة هو *Olpidium brassicae* وهو فطر يتطفل اجباريا على جذور الكثير من النباتات . يكون هذا الفطر فى خلايا الجذر جراثيم ساكنه resting spores

قد تنتقل إلى التربة عندما تتحلل الجذور . تحت الظروف المناسبه فان الجراثيم الساكنة تعطى العديد من الجراثيم الهدبية التى تتحرك فى ماء التربة لتصيب جذور نباتات أخرى .

العلاقه بين هذا الفطر والفيروسات التى يقوم بنقلها غير مفهومة على وجه الدقة إلا أن نتائج الابحاث الحديثة توحى بان هذا الفطر قد ينقل فيروسا بطريقة وينقل فيروسا آخر بطريقة أخرى . فمثلا فى حالة فيروس نيكروزس الدخان tobacco necrosis virus لوحظ الآتى : —

١ — نسبة العدوى تعتمد على تركيز كل من الفيروس والجراثيم الهدبية للفطر.

٢ — إذا ما فصلت جراثيم الفطر الهدبية من معلقات الجراثيم الهدبية والفيروس عن طريق الترشيح فان الراشح والذى يحتوى فقط على الفيروس ليس له القدرة على نقل الفيروس إلى الجذور .

٣ — يصيب الفطر المنطقة الواقعة خلف القمه النامية فى الجذر وقد وجد أنها نفس المنطقة التى يصيبها الفيروس .

٤ — لا ينتقل الفيروس عن طريق الجراثيم الهدبية للفطر إذا ما أضيف مصل مضاد للفيروس إلى الجراثيم قبل أو بعد إضافة الفيروس ، كما لا يتم النقل بواسطة الجراثيم الهدبية المأخوذة من جذور النباتات المصابة بالفيروس إذا ما أضيف إليها مصل مضاد للفيروس .

٥ — المعاملات الكيماوية الخفيفة للجراثيم الهدبية الحاملة للفيروس، والتى لا تؤثر على حركة الجراثيم الهدبية وقدرتها على إصابة جذور النباتات، تجعلها غير قادرة على إصابة جذور النبات بالفيروس .

إن ابطال فاعلية نقل الفيروس بواسطة الجراثيم الهدبيه عند اضافة المصل

المضاد للفيروس إليها أو بالمعاملات الكيماوية الخفيفة توحى بان الفيروس قد يكون موجودا على أو بالقرب من سطح الجرثومة الهدبية أى يحمل خارجيا .

أما فى حالة فيروس العرق الكبير فى الخس lettuce big vein virus فيعتقد أنه قد ينقل داخل جراثيم الفطر وهناك كثيرا من الأدله غير المباشره على ذلك منها :

١ — عند نقل الفيروس بالتطعيم إلى نباتات خس خالية من فطر الـ *Olpidium* فان الفيروس لا ينتقل عن طريق التربه إلا إذ لقحت النباتات بالفطر الخالى من الفيروس .

٢ — جراثيم الفطر لا تكتسب القدرة على نقل هذا الفيروس إذا ما خلطت به ولكن مزارع الفطر الخالية من الفيروس تكتسب الفيروس من جذور النباتات المعداه بالتطعيم وذلك خلال الجيل الخضرى الأول للفطر فى الجذور .

٣ — يحتفظ الفيروس بحيويته فى التربة المجففة تجفيفا هوائياً لمدة لا تقل عن ٨ سنوات . وقد وجد أن معاملة الجراثيم الساكنة للفطر المأخوذة من جذور النباتات المصابة وبعد تخزينها لمدة ٣٩ شهرا بأحماض قوية لم تفقدها القدرة على نقل الفيروس الموجود بها إلى نباتات سليمة .

هناك فيروسات أخرى تنتقل عن طريق فطريات التربة نذكر منها :

فيروس موزايك القمح وينتقل بفطر *Polymyxa graminis*

فيروس × البطاطس وينتقل بفطر *Synchytrium endobioticum*

فيروس تكتل القمة فى البطاطس وينتقل بفطر *Spongospora subterranea*

فيروس تقزم الدخان وينتقل بفطر *Olpidium brassicae*

(ج) الانتقال عن طريق النيماتودا Transmission by nematodes :

منذ أن أثبت هيويت وآخرون سنة ١٩٥٨ Hewitt *at el* أن فيروس الورقة المروحية فى العنب fan leaf virus of grapes ينتقل عن طريق النياتودا ظهر أن كثير من الأمراض الفيروسية الهامة والواسعة الانتشار تنتقل خلال التربة عن طريق النياتودا . ولقد وجد أن الأجناس الثلاثة التى تنقل الفيروسات تنتمى إلى رتبة *Dorylaimida* وهناك جنسين من هذه الأجناس الثلاثة هما *Xiphinema* , *Longidorus* متقاربان تماماً وينتميان إلى تحت عائلة واحدة وهى نياتودا كبيرة يصل طول البالغة منها ٣ مم أو أكثر . أما الجنس الثالث فهو *Trichodorus* وينتمى إلى عائلة أخرى . أفراد هذا الجنس أصغر من أفراد الجنسين السابقين ويصل طول الأفراد البالغة ١ مم .

الأجناس الثلاثة خارجية التطفل ذات رمح طويل وتتغـذى على خلايا بشرة العائل وتحدث التغذية عادة قريبـا من قمة الجذر . ويتبين من الجدول التالى بعض الفيروسات وأنواع النياتودا التى تقوم بنقلهـا . وهذا ويلاحظ أن الفيروسات الكروية تنتقل عن طريق *Xiphinema* , *Longidorus* أمـا الفيروسات العصوية فتنتقل بواسطة *Trichodorus* .

بعض الفيروسات وبعض أنواع النياتودا الناقلة لها

الفيروس	النياتودا الناقلة
فيروسات كروية	
الحلقة السوداء فى الطماطم Tomato black ring	*Longidorus attenuatus* *L. elongatus*
التبقع الحلقى فى الشليك Raspberry ringspot	*L. elongatus* *L. macrosoma*
التبقع الحلقى فى الدخان Tobacco ringspot التبقع الحلقى فى الطماطم Tomato ringspot	*Xiphinema americanum*
التفاف أوراق الكريز Cherry leaf roll التبقع الحلقى الكامن فى الشليك Strawberry latent ringspot	*X. diversicaudatum*
التفاف أوارق الكريز	*X. coxi*
فيروسات عصوية	
التلون البنى المبكر فى البسلة Pea early browning	*Trichodorus viruliferus* *T, teres*
خشخشة الدخان Tobacco rattle	*T. teres* *T. christiei* *T. allius* *T. similis* *T. primitivus* *T. porosus*

وقد عرف أن بعض الفيروسات تنتقل خلال التربة عن طريق النيماتودا من نتائج التجارب والملاحظات الآتية :

١ — وجود علاقة بين انتشار أنواع خاصة من النيماتودا فى التربة ومجموعات النباتات المصابة فى الحقل .

٢ — انتقال المرض من النباتات المصابه إلى النباتات السليمة لا يتم إلا عند إضافة النيماتودا . فقد وجد هيويت وآخرون سنة ١٩٥٨ Hewitt *et al.* ان مرض الورقة المروحية فى العنب لا ينتقل من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة النامية فى نفس الوعاء إلا عند اضافة *X. index* .

٣ — التقاط النيماتودا من أنسجة النبات المصاب أو عزلها من التربة التى ينمو فيها النبات المصاب وإضافتها إلى تربة معقمة ينمو فيها نباتات سليمة داله أدى إلى إصابة تلك النباتات .

٤ — معاملة التربة بالكيماويات التى تقضى على النيماتودا والتى ليس لها تأثير على الفيروس منعت من نقل فيروس الحلقة السوداء فى الطماطم .

من المعتقد أن النيماتودا لا تعمل على تسهيل دخول الفيروس الموجود فى التربة إلى أنسجة النبات، إذ وجد عند غمر التربة التى تحتوى على نيماتودا بمعلقات تحتوى على فيروس الحلقة السوداء فى الطماطم ان النيماتودا لم تكتسب القدرة على العدوى، بينما تكتسب هذه النيماتودا القدرة على العدوى عند وجود النباتات المصابة فى التربة .

إذا ما اكتسبت النيماتودا الفيروس بعد تغذيتها على النبات المصاب فانها قد تظل محتفظة بقدرتها على عدوى النباتات لمدة طويلة قد تصل فى بعض الحالات

إلى سنتين . اليرقات الحاملة للفيروس تفقد قدرتها على العدوى بعد حدوث عملية الانسلاخ ، ولذلك فإن هذه اليرقات أو النيماتودا البالغة الناتجة يلزمها أن تتغذى على مصدر الفيروس قبل أن تستطيع نقله ثانية كما أن الفيروسات لا تنتقل خلال بيض النيماتودا .

عامة يمكن القول أن الفيروسات تنتقل باليرقات والنيماتودا البالغة ، إلا أن فـــيروس الحلقة السوداء فى الطماطم ينتقل بواسطة اليرقات ولا ينتقل بالطور البالـغ .

٧ـ الانتقال بواسطة الحشرات Insect transmission :

تعتبر الحشرات أهم وسائل انتقال الفيروسات فى الطبيعة . معظم الحشرات الناقلة للفيروسات حشرات ماصه . هناك قليل من الفيروسات التى تنتقل بواسطة الحشرات ذات الفم القارض .

(أ) الحشرات الماصه :

١ ـ المـن aphids : أكبر مجموعة من الحشرات تقوم بنقل الفيروسات سواء من ناحية عدد الفيروسات التى تنقلها أو عدد أنواع المن الناقله . المـن ينقل ما يزيد عن ١٠٠ فيروس وحشرة من الخوخ ***Myzus persicae*** تنقـل بمفردها أكثر من ٥٠ فيروسا .

٢ ـ نطاطات الأوراق **Leaf hoppers** : تنقل عدداً من الفيروسات منها فيروس تجعد قمة بنجر السكر ، وفيروس التورم الجرحى فى البرسيم وفيروس تقزم الأرز .

٣ ـ الذباب الأبيض **White flies** : ينقل أكثر من ٨ فيروسات منها

فيروس موزايك أبوتيلون، وفيروس تجعد الورقة الصفراء فى الطماطم، وفيروس تجعد أوراق الدخان وفيروس تجعد أوراق القطن

٤ ـ البق الدقيقى mealy bugs : ينقل فيروس تضخم أفرع الكاكاو وفيروس ذبول الاناناس .

٥ ـ التربس Thrips ينقل فيروس الذبول المتبقع فى الطماطم .

(ب) الحشرات القارضة :

تلعب بعض حشرات هذه المجموعة دورا هاما فى انتشار بعض الفيروسات مثل فيروس موزايك الكوسة الذى ينتقل بخنافس الخيار cucumber beetles وفيروس الموزايك الأصفر فى اللفت الذى ينتقل بالخنفساء البرغوثية *phyllotreta sp.*

نوع العلاقات الموجودة بين الفيروس والحشرة :

يوجد نوعين من العلاقات بين الفيروسات والحشرات الناقلة . حشرات النوع الأول تكتسب الفيروس بعد أن تتغذى على النبات المصاب ولكنها لا تنقله مباشرة إلى النبات السليم . وإذا ما أكتسبت الحشرة القدرة على النقل فانها تظل محتفظة بها مدة طويلة قد تصل إلى طول حياتها . أما حشرات النوع الثانى فلها القدرة على عدوى النباتات السليمة مباشرة بعد تغذيتها على النبات المصاب إلا انه غالبا ما تفقد الحشرة القدرة على نقل الفيروس خلال ساعات من تركها النبات المصاب وأحيانا خلال دقائق . ان نظرة بسيطة على فيروسات النوع الأول تجعلنا نقبل الاقتراح بان هناك علاقة بيولوجية اجبارية بينها وبين الحشرات الناقلة أما فيروسات النوع الثانى تنتقل بطريقة ميكانيكية بحته كتلوث على الأجزاء الخارجية من فم الحشرة .

إستخدم واتسون وروبرتس عام١٩٣٩، ١٩٤٠ Watson and Roberts طول المدة التى تظل خلالها الحشرة محتفظة بقدرتها على العدوى لتمييز الفيروسات التى تنتقل بالحشرات فأطلق على الفيروسات التى تظل الحشرة قادرة على نقلها مدة طويلة بالفيروسات الباقية persistent viruses والفيروسات التى تفقد الحشرة القدرة على نقلها بسرعة بعد تركها العائل المصاب بالفيروسات غير الباقية nonpersistent viruses . وقد أستمر هذا التقسيم فترة من الزمن إلا أنه اكتشف بعد ذلك ان هناك مجموعة أخرى من الفيروسات ذات خواص وسطية بين الفيروسات الباقية والفيروسات غير الباقية أطلق عليها الفيروسات شبه الباقية semipersistent viruses . وقد عرف برودبنت Broadbent سنة ١٩٥٩ الفيروسات غير الباقية بأنها الفيروسات التى تفقد الحشرة القدرة على نقلها خلال ساعة من تغذيتها والفيروسات شبه الباقية هى الفيروسات التى تظل الحشرة محتفظة بقدرتها على نقلها عدة ساعات أما الفيروسات الباقيه فهى تلك الفيروسات التى تظل الحشرة محتفظة بقدرتها على نقلها على الأقل عدة أيام .

ولقد اعتمدت هذه التقسيمات على صفات وصفية وفى نفس الوقت لم توضح كيفية وطريقة الانتقال الحقيقى للفيروس مما حدى بواتسون Watson سنة ١٩٦٠ إلى تقسيم الفيروسات إلى قسمين :

أ — فيروسات خارجية External : وهى الفيروسات التى تنقل على أطراف أجزاء الفم stylet tips . تفقد الحشرة الحاملة للفيروس قدرتها على عدوى النباتات السليمة بعد انسلاخها .

ب — فيروسات داخلية Enterual : هى الفيروسات التى تدخل جسم الحشرة حتى تصل إلى الغدد اللعابية ومنها إلى النبات . لا تفقد الحشرة الحاملة للفيروس قدرتها على عدوى النباتات السليمة بعد إنسلاخها .

أما كينـدى وآخـرون سنة ١٩٦٢ (Kennedy *et al* 1962) فقـد استخدموا تعبير الفيروسات المحمولة باجزاء الفم stylet - borne viruses بدلا من الفيروسات غير الباقية أو الفيروسات الخارجية. والفيروسات العابرة داخل جسم الحشرة circulative viruses بدلا من الفيروسات الباقية أو الداخلية . وإذا ثبت من دراسة بعض الفيروسات العابرة أنها تتـكاثر داخل جسم الحشرة فانه يطلق عليها فى تلك الحالة الفيروسات المتكاثرة propagative viruses .أما فيما يختص بالفيروسات شبه الباقية فان بعض العلماء أحيانا يضعها مع الفيروسات المحمولة بأجزاء الفم بينما البعض الآخر يضعها مع الفيروسات العابرة .

الفيروسات المحمولة باجـزاء الفـم

Stylet - borne viruses

يطلق عليها أيضاً الفيروسات غير الباقية أو الفيروسات الخارجية، وهى تلك الفيروسات التى تـكتسب الحشرة القدرة على نقلها مباشرة بعد فترة تغذية قصيرة على النبات المصاب إلى نبات واحد أو عدد من النباتات السليمة . قدرة الحشرة على النقل تفقد سريعا . تنتقل معظم هذه الفيروسات بالمن . ويتميز هذا النوع من الفيروسات بالصفات الآتية :

١ — كفاءة النقل تزداد غالبا إذا ما تم تجويع الحشرات قبل تغذيتها على النبات المصاب .

٢ — كلما قلت فترة تغذية الحشرة على النبات المصاب كلما زادت قدرتها على اكتساب الفيروس وبالتالى احداث العدوى .

وبما أن الوقت الذى يمر ما بين تغذية الحشرة على النبات المصاب ثم النبات

السليم قد يصل إلى بضع ثوان فانه من المستحيل التصور ان تلك الفترة القصيرة تكفى لكى يمر الفيروس إلى معدة الحشرة ومنها إلى الدم ثم الغدد اللعابية حيث يفرز مع اللعاب ، وعلى هذا فان الفيروس ينقل ميكانيكا على أجزاء الفم . وإذا كان النقل هو نقلا ميكانيكيا بحتا فكيف يمكن تفسير ظاهرة التخصص فى النقل . لماذا يكون لبعض أنواع معينة من المن القدرة على نقل فيروس معين بينما لا تنقله أنواع أخرى من نفس الجنس ؟ ولماذا تنقل حشرة ما بعض سلالات أحد الفيروسات بينما لا تنقل السلالات الأخرى لنفس الفيروس ؟ ،ولماذا قد تكون أنواع معينة من المن أكثر كفاءة من أنواع أخرى فى نقل الفيروس ؟ وإذا كان هذا النقل هو نقلا ميكانيكيا بحتا فانه من الصعب تفسير عدم نقل عددا من الفيروسات الثابتة مثل فيروس موزايك الدخان وفيروس × البطاطس ، والتى توجد بتركيزات عالية فى عوائلها ، بهذه الطريقة .

من الصعب الاجابة على كل هذه التساؤلات حيث ان هناك عوامل كثيرة تؤثر فى ذلك ومنها الفيروس نفسه والعائل المصاب والعائل الذى ينتقل إليه الفيروس وكذا الصفات المورفولوجية والتشريحية والفسيولوجية لأجزاء فم الحشرة وصفات اللعاب وكيفية افرازه أثناء عمليه التغذية .

وهناك بعض النظريات التى تفسر بعض جوانب ظاهرة التخصص منها :

(أ) **اللعاب وصفاته** : يعتقد ان لعاب الحشرة قد يحتوى على مثبطات وعلى هذا فان أنواع المن المختلفة قد يحتوى لعابها على مثبطات مختلفة وبالتالى فان الفيروسات قد تتأثر بمثبطات نوع معين من الحشره بينما قد لا يؤثر عليها مثبطات أنواع أخرى .

(ب) **الاختلافات المورفولوجية فى أجزاء الفم** : توجد اختلافات

مورفولوجية سطحية بأجزاء فم الأنواع المختلفة من المن وعلى هذا فان الصفة التخصصية فى المن لنقل فيروسات معينة دون الأخرى ربما يرجع إلى درجة اختلاف أو إدمصاص وفصل الفيروس من أجزاء الفم .

ج — بعض العلماء يعتقد أن التخصص فى النقل لا يرجع فقط إلى اجزاء فم الحشرة وإنما قد يرجع إلى التوافق بين الفيروس ولعاب الحشرة وخلايا العائل .

الفيروسات العابرة Circulative viruses

يطلق عليها أيضا الفيروسات الباقية أو الداخلية . الحشرة الناقلة لا تكتسب القدرة على نقل تلك الفيروسات إلا بعد مرور فترة من الزمن بعد تغذيتها على النبات المصاب تختلف من عدة ساعات إلى عدة أيام يطلق عليها فترة الحضانة . ومتى اصبحت الحشرة قادرة على النقل فانها تحتفظ بقدرتها على نقل الفيروس إلى النباتات السليمة مدة طويلة .

من الأمثلة الواضحة للفيروسات العابرة هو فيروس تجعد قمة بنجر السكر sugarbeet curly top virus الذى ينتقل بنطاطات الأوراق .

وهناك من الأدلة ما يدل على ان هذا الفيروس لا يتكاثر فى جسم الحشرة الناقلة له إذ وجد بالتقديرات الكمية ان محتوى الفيروس فى نطاطات الأوراق الحامله له يقل بمرور الوقت من بعد تغذيتها على نباتات البنجر المصابه ، ثم تفقد الحشرة قدرتها على النقل بعد فترة من الوقت قد تصل فى بعض الأحيان إلى ٧٠ يوما أو أكثر ولا تستعيد الحشرة تلك القدرة إلا بعد تغذيتها مرة ثانية على نباتات البنجر المصابه. كما وجد أيضا أن إطالة مدة تغذية الحشرة على النبات المصاب يطيل من المدة التى تظل خلالها الحشرة حاملة للفيروس ومحتفظة بقدرتها على العدوى .

الفيروسات المتكاثرة Propagative viruses

يوجد من البراهين ما يدل على أن كثيراً من الفيروسات التي تنتقل بنطاطات الأوراق ، وبعض الفيروسات التي تنتقل بالمن تتكاثر داخل جسم الحشرة الناقلة لها . معظم الفيروسات العابرة وكذا المتكاثرة في جسم الحشرة لا تنتقل نقلا ميكانيكيا صناعياً .

أمكن باستخدام طريقة الحقن المتوالى إثبات أن فيروس التفاف أوراق البطاطس يتكاثر في حشرة المن الناقلة له *Myzus persicae* . ووجد أن ٥٠٪ من حشرات المن المحقونة بدم حشرات من حاملة لفيروس التفاف أوراق البطاطس إكتسبت القدرة على عدوى النباتات السليمة بعد مضى فترة حضانة ٢٠ ساعة وعندما خفف دم الحشرات الحاملة للفيروس بمحلول ملحى قبل حقنه في الحشرات السليمة أدى ذلك إلى إطالة فترة الحضانة إلى ٧ - ١٠ أيام. وقد أجريت عمليات نقل متتالية بالنظام التالى : تركت الحشرات الحاملة للفيروس لتتغذى على نباتات كرنب منيعة للاصابة لمدة ٧ أيام . ثم أخذ دم تلك الحشرات الحاملة للفيروس وحقن به حشرات أخرى خالية من الفيروس وتركت الأخيرة لتتغذى على نباتات الكرنب المنيعة لمدة ٧ أيام ثم أخذ دمها ليحقن به حشرات أخرى خالية من الفيروس . وهكذا كررت هذه العملية ١٥ مرة وفى كل مرة كان يكشف عن الفيروس في الحشرات المحقونة بتغذية بعضها على نباتات قابلة للاصابة . من الحسابات النظرية وجد أنه لو أن الفيروس لا يتكاثر داخل الحشرة فان تخفيفه في النهاية سوف يصل إلى ١٠$^{-٢١}$ ورغم ذلك ظلت الحشرات محتفظة بقدرتها على العدوى . بينما لو خفف دم الحشرة الحاملة للفيروس إلى ١٠ = ٥ وحقن في أفراد خالية من الفيروس فان تلك الأفراد المحقونة لا يمكنها

إحداث العدوى مما يدل على أن الفيروس يتكاثر داخل جسم الحشرة .

وقد أستخدمت طريقة الحقن المتوالى أيضا لاثبات تكاثر فيروس التورم الجرحى فى البرسيم فى نطاطات الأوراق *Agallia constricta* . حقنت مستخلصات نطاطات الأوراق الحاملة لفيروس التورم الجرحى فى نطاطات أوراق خالية من الفيروس ثم تركت الأخيرة لتتغذى على نباتات برسيم حجازى منيع للاصابة بالفيروس لمدة ١٤ يوم ثم أخذت تلك النطاطات وصحنت وأستخدم مستخلصها لحقن نطاطات أوراق أخرى خالية من الفيروس وهكذا كررت هذه العملية ٧ مرات . وبالرغم من عمليات الحقن المتوالية فان نطاطات الأوراق المحقونة ظلت محتفظة بقدرتها على العدوى، وقد وجد أنها تحتوى على الفيروس بتركيز يعادل نفس تركيز الفيروس الذى بدأت به الدراسة . لو لم يحدث تكاثر للفيروس داخل جسم الحشرة فان الفيروس لابد وأن يقل تركيزه خلال عمليات الحقن المتتالية حتى يصل إلى ١٠ -١٨ وهذا مالم يلاحظ .

بعض الفيروسات تنتقل خلال بيض الحشرات الناقلة لها، فقد وجد أن فيروس تقزم الأرز ينتقل خلال بيض نطاطات الأوراق *Nephotettix apicalis* . يحدث النقل عندما تكون الأنثى حاملة للفيروس وليس عندما يكون الذكر هو الحامل للفيروس، وقد وجد أن الفيروس ينتقل خلال بيض ٧ أجيال ناتجة من أنثى واحدة حاملة للفيروس دون أى تغذية إضافية على نباتات مصابة بالفيروس خلال تلك المدة ، وهذا برهان قاطع على تكاثر الفيروس فى الحشرة .

لابد وأن توجد فترة حضانة تمر بعد أن تكتسب الأنثى الفيروس من النباتات المصابة وقبل أن تضع بيض مصاب . فى حالة فيروس التورم الجرحى الذى ينتقل بنطاطات الأوراق *A. constricta* وجد أن البيض الذى يوضع قبل مرور ١٠ - ٢١ يوما بعد أن تكتسب الأنثى الفيروس لا يحمل الفيروس .

وقد فتح الميكروسكوب الالكترونى مجالا جديداً فى تلك الدراسة وأمكن عن طريق تقدير تركيز الفيروس فى الحشرات المحقونة بكمية معينة الفيروس بعد فترات مختلفة من الحقن وكذا متابعة انتشار الفيروس فى أنسجة الحشرة المختلفة وأيضا باستخدام الطرق السيرولوجية من إثبات أن بعض الفيروسات ومنها الفيروسات السابقة الذكر تتكاثر داخل الحشرات الناقلة لها .

٨ - الانتقال بواسطة الحلم Mite transnission :

ينقل الحلم عدداً من الفيروسات منها فيروس الموزايك التخططى فى القمح وفيروس الموزايك التبقعى فى القمح وفيروس موزايك التين وغيرها . ونظراً لصغر حجم الحلم وصعوبة أجراء تجارب النقل به فان المعلومات عن علاقة الحلم بالفيروس مازالت غير واضحة تماما ولو أنه يعتقد فى وجود علاقة بيولوجية بين الحلم والفيروس المنقول به . فالحلم الناقل لفيروسى الموزايك التخططى والموزايك التبقعى فى القمح يظل محتفظا بقدرته على نقلها لمدة ٩و١٢ يوم على التوالى . كما يحتفظ الحلم الحامل لهذين الفيروسين بقدرته على النقل بعد حدوث الانسلاخ . الحلم البالغ الكبير العمر ليس له القدرة على نقل فيروس الموزايك التخططى والموزايك التبقعى بينما الحوريات لها القدرة على أكتسابها . لم يثبت حتى الآن انتقال الفيروس خلال بيض الحلم .

الفصل السادس

السلالات الفيروسية Virus Strains

الفيروس ذات صفـــات وخواص ثابتة تنتقل من جيـــل إلى آخر ، ولكن أحيانا قد يطرأ عليه تغيير يؤدى إلى ظهور سلالات جديدة. تنشأ السلالة الجديدة نتيجة للطفرات التلقائية التى تحدث فى الطبيعة أو الطفرات الصناعية الناتجة عن إستخدام المواد المطفرة mutagenic agents وكذلك نتيجة لحدوث ظاهرة إعادة التوليف الوراثى genetic recombination .

توجد بعض الفيروسات مثل فيروس موزايك الدخان وفيروس الموزايك الأصفر فى اللفت بتركيزات عالية فى عوائلها قد تصل إلى ١٠^١١ جزىء فيروسى فى كل بقعة موضعية وإلى ١٠^١٤ جزىء فيروسى فى كل الورقة المصابه . وعلى هذا فهناك فرص كبيرة لحدوث طفرات تلقائيه . تقدر درجة التطفر على أساس حساب عدد الطفرات فى التحضير الفيروسى أو عدد الطفرات الممكن عزلها من كل ورقة أو من كل النبات المصاب . وقد وجد أن معدل تطفر فيروس موزايك الدخان يتراوح ما بين حوالى ١ر٪ إلى ٢٪ .

تختلف الفيروسات فى درجة إعطائها لسلالات جديدة . وقد وجـــد فى الطبيعة أن لفيروس موزايك الدخان سلالات عديدة بينما لفيروس الشجيرة القزمية فى الطماطم عدد قليل جدا من السلالات . كما أن مختلف سلالات الفيرس ربما تختلف هى الأخرى فى درجة إعطائها لطفرات تعطى أعراضا معينة . بعض سلالات فيروس × البطاطس التى تعطى بقع شاحبة على الدخان كثيراً ما

ينتج عنها طفرات تعطى على نفس النبات بقع حلقية موضعية . كما أن سلالات فيروس نيكروزس الدخان التى تعطى بقع بيضاء على اللوبيا كثيراً ماتنتج طفرات تعطى على نفس النبات بقع حمراء .

الاختلاف فى درجة ظهور السلالات ربما لا يرجع بالضرورة إلى إختلافات فى معدل التطفر الحقيق . بعض الفيروسات أو السلالات قد تعطى نسبة كبيرة من الطفرات الناقصة أو غير الحيوية أكثر من غيرها .

كما عرفنا سابقا فان الحامض النووى الفيروسى هو المادة الحاملة للمعلومات الوراثية الفيروسية ، لذا فإن تغيير صفة أو أكثر من صفات الفيروس (ظهور سلالات جديدة) لابد وأن تعكس التغييرات التى حدثت فى الحامض النووى الفيروسى . إن كيمياء الأحماض النووية نوقشت باختصار فى الفصل الثانى ولكن يجدر بنا هنا أن نؤكد أن الحامض النووى يتكون من ٤ أنواع من النيكلوتيدات تختلف نسبها باختلاف الفيروسات . الاختلافات بين السلالات الفيروسية ترجع إلى الاختلافات فى تتابع الوحـــدات النيكلوتيدية فى بعض أجزاء الحامض النووى . تتابع الوحدات النيكلوتيدية يمثل شفرة code تحكم تتابع الأحماض الأمينية فى البروتين الفيروسى . وعلى هذا فإن تغيير تتـــابع الوحدات النيكلوتيدية قد تغير من تتابع ونوعية الأحماض الأمينية الداخلة فى تركيب البروتين الفيروسى .

العوامل المطفرة Mutagenic agents :

إستخدم العديد من العوامل الطبيعية والكيماوية ، التى ثبت تأثيرها المطفر على كائنات أخرى ، لمعرفة تأثيرها على الفيروسات ومنها الأشعة فوق البنفسجية

وأشعة X ودرجة الحرارة المرتفعة ، والانزيمات ، و ٥ - فلوروريوراسيل Fluorouracil - 5 ، وهيدروكسيل امين Hydroxylamine، وحمض النيتروز Nitrous acid والداى ميثيل سلفيت Dimethyl sulfate وغيرها . وفيما يلى تأثير بعض العوامل المطفره على الفيروسات النباتية .

١ - أشعة X والاشعة فوق البنفسجية

X - Irradiation and Ultraviolet irradiation

عامل Kousche and Stubbe عام ١٩٣٩ ، ١٩٤٠ أوراق الدخان باشعة X قبل أو بعد عدواها بفيروس موزايك الدخان وقد تمكن الباحثان من عزل عدد قليل من الطفرات ولكن معدل التطفر لم يكن عاليا بالدرجة التى تعطى برهانا قاطعا على أن المعاملة شجعت نشوء طفرات . وقد أعاد Mundry سنة ١٩٥٧ دراسة تأثير اشعة X والاشعة فوق البنفسجية على معدل تطفر الفيروس وتوصل إلى أنه لا يوجد برهـــان قاطع على وجود تأثير طفرى لأشعة X والاشعة فوق البنفسجية على فيروس موزايك الدخان .

٢ - الحرارة المرتفعة Elevated temperature :

لاحظ مختلف البحـــاث زيادة عدد السلالات الممكن عزلها من النباتات المصابة إذا ما نمت على درجات حرارة مرتفعة. وقد درس **Mundry** سنة ١٩٥٧ إنتاج بقع صفراء تحتوى سلالات طفرية فى نباتات الدخـان المصابة بفيروس موزايك الدخان، وباستخـــدام عزله عالية النقاوة من هذا الفيروس وجد أن ٣ بقع صفراء لكل نبات تظهر على درجة ١٧°م ، ٣٥ بقعة لكل نبات على ٣٥°م وقد اقترح الباحث أن هـــذه الزيادة قـــد ترجع إلى زيادة معـدل التطفر الا أنه توجـد بعـض الأدله على أن تكاثر سلالات معينة قد

يلائمه درجات حرارة معينة وعلى هذا فمن المحتمل أن تأثير الحرارة يكمن فى ملاءمته لبعض أنواع الطفرات التلقائية التى تتواجد أصلا فى التحضير الفيروسى .

٣ ـ حامض النيتروز Nitrous acid :

من أكثر المواد الكيماوية المطفرة التى درس تأثيرها على الفيروسات النباتية وخاصة فيروس موزايك الدخان . أثبت موندرى وجيرر عام ١٩٥٨ Mundry and Gierer الكفاءة العالية لحامض النيتروز كمادة مطفرة لفيروس موزايك الدخان . وقد استخدم الباحثان نبات دخان مفرق Java tobacco يعطى بقعاً موضعية شاحبة مع السلالة الأصلية وبقع نيكروزيه مع الطفرات ، ووجد أن نسب البقع الموضعية النيكروزية تزداد بزيادة مدة المعامله . فمثلا فى إحدى التجارب كان هناك زيادة من ٢١ر٪ عند الزمن صفر إلى ٥ر١٥٪ بعد ٩٦ دقيقة من معاملة الحامض النووى (RNA) للفيروس بنيتريت الصوديوم $NaNO_2$ عند pH = ٨ر٤ .

درجة التطفر (انتاج بقع موضعية نيكروزية على Java tobacco) لا تتأثر بوجود الغطاء البروتينى للفيروس . فدرجة التطفر كانت متماثلة بالنسبة للفيروس الكامل المعامل و RNA الفيروسى المعامل و RNA المعزول من جزيئات الفيروس الكاملة المعاملة .

يرجع أثر هذا الحامض إلى تأثيره على مجاميع الأمين حيث يحدث إزالة تأكسدية لهذه المجاميع oxidative deamination من القواعد المحتوية على المجاميع الأمينية فى RNA . ونتيجة لذلك يتحول الادينين إلى هيبواكسانزين hypoxanthine والجوانين إلى اكسانزين xanthine ، وهاتين القاعدتين لا يوجدان طبيعياً فى RNA فيروس موزايك الدخان . وأما السيتوزين فيتحول

إلى اليوراسيل . عنـــد تناسخ الحامض النووى فان الاكسانزين يرتبط مع السيتوزين (مثل الجوانين) أما الهيبواكسانزين فـــلا يرتبط مع اليوراسيل (مثل الأدينين) وإنما يرتبط مسح السيتوزين. اليوراسيل يرتبط مع الادينين .

٤ ـ ٥ فلوروبوراسيل 5 - fluorouracil :

بعض مشابهات القواعد base analogues تدخل فى تركيب RNA الفيروس عندما يعامل النبات الذى يتكاثر فيه الفيروس بهذه المركبات. ٥ ـ فلوروبوراسيل يدخل فى تركيب جزء كبير من RNA فيروس موزايك الدخان، وقد وجد أن التحضيرات الفيروسية التى حل فيها ٥ ـ فلوروبوراسيل محل ٣٦ ـ ٥٦ ٪ من اليوراسيل زاد معدل تطفرها ٥ ـ ١٠ مرات قدر معدل التطفر الطبيعى .

خـــلال تناسخ RNA الفيروسى فان ٥ ـ فلوروبوراسيل يشبه فى سلوكه اليوراسيل ويرتبط مع الادينين. أحيانا وخاصة عندما يكون المركب فى حالته الاينوليه enol form فانه يتفاعل مثل السيتوزين ويرتبط مع الجوانين .

٥ ـ هيدروكسيل أمين Hydroxylamine :

ذات أثر مطفر على RNA فيروس موازيك الدخـان وليس على الجزىء الفيروسى الكامل . قد يرجع الأثر المطفر لهذا المركب إلى مهاجمته للسيتوزين وتحويله إلى مركبات شبيهة باليوراسيل تسلك سلوك اليوراسيل .

وقد ساهمت الطفـرات الفيروسية لفيروس موزايك الدخــان وخاصة المستحدثة بالمواد المطفره فى تفهم الشفرة الوراثية genetic code .

عزل السلالات الفيروسية

قد توجد سلالات فيروس ما فى الطبيعة على أصناف أو أنواع عائل معين

أو فى مناطق معينة ، كما قد تنشأ السلالات أيضاً على نفس النبات المصاب جهازيا بالسلاله العادية إذ تظهر أعراض غير عادية . هذه الأعراض قد تكون على هيئة بقع صفراء صغيرة أو نيكروزيه ، على جزء من أجزاء الورقة المصابة بالموزايك وتحوى سلالات مختلفة عن السلاله الأصليه .

من أكثر الطرق إستخداما لعزل السلالات الجديدة هى عزل الفيروس من البقع الموضعيه التى تتكون عند عدوى بعض أنواع النباتات وتتلخص الطريقة فى أن يخفف مستخلص النسيج المصاب بالماء ثم يعدى به أوراق نباتات تعطى بقعاً موضعية عند اصابتها بالفيروس. نتيجة للتخفيف الشديد لمستخلص الجزء النباتى المصاب فانه عند إجراء عملية العدوى يدخل فى خلايا أنسجة النبات المعدى عدد قليل من الجزيئات الفيروسية أو جزىء فيروسى واحد يتكاثر وينتقل خلال البلازمودزماتا إلى الخلايا المجاورة حيث يتكاثر أيضا ، وينشأ عن ذلك بعض البقع الموضعية على النبات كمناطق تكاثر للفيروس. بعد ٣ - ٥ أيام من العدوى يقف إنتشار الفيروس إلى الخلايا المجاورة عند هذا الحد نتيجة لفعل الحواجز الدفاعية النباتية . كل بقعة هى فى الواقع منطقة تكاثر جزىء فيروسى واحد أو بعض الجزيئات الفيروسية وبالتالى إذا ماقطعت بقعه موضعية واحدة وأخذ مستخلصها فان هذا المستخلص غالبا ما يحتوى على سلاله فيروسية متماثلة .

فى بعض الحالات قد تحتوى تلك البقع الموضعية على خليط من السلالات وبالتالى لضمان الحصول على سلالة فيروسية عالية النقاوة لابد من تكرار عملية العدوى والعزل عدة مرات من خلال البقع الموضعية التى يكونها الفيروس . تقطع البقع الموضعية الناتجة من العدوى الأخيره ثم يعمل مستخلص من كل بقعه ويعدى به نباتات تعطى أعراضا جهازية . وهذه النباتات تستخدم كمصدر لدراسة السلالة أو السلالات الجديدة .

تستخدم هذه الطريقة مع الفيروسات التى تعطى على بعض أنواع النباتات بقعا موضعية مثل فيروس موزايك الدخان على *Nicotiana glutinosa* ، *Datura stramonium*، وفيروس X البطاطس على *Gomphrena globosa*

بالنسبة لتلك الفيروسات التى لا يعرف لها نباتات تعطى بقعا موضعية فيتم عزل سلالاتها النقية عن طريق تلقيح النباتات التى تعطى أعراضا جهازية، ويجب أن يتم التلقيح تحت ظروف تضمن أن عدوى كثيراً من النباتات يتم عن طريق جزىء فيروسى واحد. ويمكن إجراء ذلك عن طريق التلقيح بالتحضير الفيروسى المخفف بالدرجة التى تسمح بعدوى أقل من نصف النباتات الملقحة.

أوجه التشابه والاختلاف بين سلالات الفيروس

تتشابه سلالات الفيروس الواحد فى الصفات الآتية : محتوى الحامض النووى من القواعد النتروجينية ، محتوى الغطاء البروتينى من الأحماض الأمينية مورفولوجى الجزيئات الفيروسية ، العلاقات السيرولوجية ، الخواص الطبيعية، الأعراض ، المدى العوائلى، طرق النقل والانتاجية . كما تختلف السلالات أيضاً فى صفة أو أكثر من الصفات السابقة الذكر.

١ ـ الحامض النووى :

سلالات الفيروس الواحد تختلف إختلافا طفيفا فى محتوى القواعد النتروجينية لأحماضها النووية .

٢ ـ الغطاء البروتينى :

قد تختلف السلالات فى محتوى غطائها البروتينى من الأحماض الأمينية . بدراسة الأحماض الأمينية الداخلة فى تركيب بروتين ٧ سلالات لفيروس

موزايك الدخان ، وجد أن أحد هـــذه السلالات تحتوى على الهيستدين histidine والميثيونين methionine بينما لا تحتوى السلالات الأخرى على هذين الحمضين .

بما أن سلالات الفيروس الواحد قد تختلف فى محتوى غطائها البروتينى من الأحماض الأمينية لذا من المتوقع أن تختلف فى مقدار الشحنة الصافية على سطوح جزيئاتها وبالتالى فى نقطة التعادل الكهربائى isoelectric point .

٣ ـ العلاقات السيرولوجية :

تختلف السلالات فى درجة تفاعلاتها السيرولوجية وباستخـــدام طريقة الامتصاص المتبادل cross absorption يمكن معرفة درجة القرابة السيرولوجية بين سلالات الفيروس الواحد . تختلف السلالات أيضا فى كمية الفيروس اللازم للوصول إلى معادلة المصل المضاد فى إختبارات الترسيب وكذلك تختلف فى درجة التخفيف النهائية للمصل المضاد لكل منها

٤ ـ الخواص الطبيعية :

قد تختلف السلالات فى خواصها الطبيعية ، إلا أنه يجب الأخذ فى الاعتبار أن تلك الاختلافات قد تكون غير حقيقية، إذ أن بعض هذه الخواص مثل درجة الحرارة المميتة تتأثر بعدة عوامل منها تركيز الفيروس ، و pH الوسط ومكونات العصير وغيرها .

٥ ـ الأعراض :

الأعراض التى تعطيها مختلف سلالات الفيروس الواحد على نفس أصناف وأنواع النبات العائل قد تختلف من حالات مستترة إلى أعراض موزايك تختلف فى درجة شدتها إلى أمراض نيكروزية مميتة . ولقد لوحظت الاختلافات فى

شدة الأعراض بين سلالات فيروس التجعد القمى فى بنجر السكر ، وسلالات فيروس × البطاطس ، وسلالات فيروس Y البطـــاطس ، وسلالات فيروس موزايك الدخان وغيرها .

٦ ـ المدى العائلى :

كثيرا من سلالات الفيروس قد يكون لها مدى عوائلى واحد . البعض الآخر من السلالات قد يختلف إختلافا طفيفا بينما البعض الثالث قد يختلف فى مـداه العوائلى إختلافا بينا . كثيرا من سلالات فيروس موزايك الدخان لها مدى عوائلى واسع فهى تصيب نباتات العائلة الباذنجانية وبعض العائلات الأخرى ، كما أن بعضها يصيب بعض نباتات العائلة القرعية معطية عليها بقع موضعية . أما فيروسات الخيار ٣ ، ٤ ، والتى تعتبر سلالات لفيروس موزايك الدخان تصيب عادة نباتات العائلة القرعيه فقط معطية عليها أعراضا جهازية .

٧ ـ طرق النقل :

قد تختلف السلالات فى علاقاتها مع الحشرات الناقلة . بعـض سلالات فيروس ما قد تنتقل بأنواع مختلفة من الحشرة بينما البعض الآخر لا ينتقل إطلاقا

٨ ـ الانتاجية :

قد تختلف سلالات الفيروس الواحد إختلافا بينا فى كمية الفيروس المنتجة فى العائل تحت ظروف قياسية . السلالة العادية لفيروس موزايك الدخان أكثر إنتاجية بينما السلالات الأخرى ذات إنتاجية أقل يختلف مداها ، وتصل بالنسبة للبعض إلى ـ‍ يـه السلالة العادية . كما تختلف السلالات فى درجة تكاثرها وتحركها فى نبات معين على درجات الحرارة المختلفة . باستخدام النقل المتوالى على نباتات

الدخان . على درجات الحرارة المرتفعة، أمكن عزل سلالة لفيروس موزايك الدخان تتضاعف بكفاءة على درجة ٣٦° م .

الوقاية المتبادلة

Cross protection

تلاحظ ظاهرة الوقاية المتبادلة عند العدوى المتتالية للنبات العائل بسلالة أو بأخرى من نفس الفيروس . لو أعديت نبـــاتات الدخان بسلالة من فـيروس موزايك الدخان ثم بعد مرور بعض الوقت عندما يصبح المرض جهازيا تعدى النباتات بسلالة أخرى من نفس الفيروس فإن السلالة الأخيرة يضعف تكاثرها أو قد لا تتكاثر إطلاقا، ويصعب ملاحظتها فى أنسجة النبات، وبالتالى فإن الاصابة بسلالة فيروسية تحمى النبات من الاصابة بسلالة أخرى من نفس نوع الفيروس.

وجد ماكينى عام ١٩٢٩ Mckinney أن نباتات الدخان المصابة بسلالة الموزايك الأخضر لفـيروس موزايك الدخان لم يظهر عليهـا أعراضـا أخرى إضافية عند عدواها بسلالة الموازيك الأصفر لنفس الفيروس . وقد وجد سالامان عام ١٩٣٣ Salaman أن نباتات الدخان المصابة بسلالة ضعيفة من فيروس X البطاطس كانت منيعة ضد الاصابة بسلالة أخرى شديدة من نفس الفيروس .

ويطلق على تلك الظاهرة أسماء مختلفة منها الوقاية المتبادلة cross protection، التضاد antagonism أو عدم التوافق interference .

إن إختبارات الوقاية المتبادلة لمدة طويلة كان لها أهمية كبرى لمعرفة إذا ماكان عزلتين فيروسيتين عبارة عن سلالتين متقاربتين لنفس الفيروس أم لا إلى أن أظهرت

نتائج الأبحاث أن تلك الظاهرة لا يمكن تعميمها على كل الفيروسات . فقد تظهر سلالات فيروس ما وقاية متبادلة بينما سلالات فيروس آخر قد تظهر وقاية جزئية أو لا تظهر وقاية إطلاقا . فمثلا توجد درجة عالية من الوقاية بين سلالات فيروس موزايك الدخان أو بين سلالات فيروس موزايك الخيـــار أو بين سلالات فيروس التبقع الحلقى فى الدخان . أما بالنسبة لفيروس × البطاطس مثلا فبعض سلالاته قد تظهر وقاية متبادلة ، بينما البعض الآخر يعطى وقاية جزئية والبعض الثالث لا يتميز بهذه الظاهرة . كما أن معظم سلالات فيروس تجعد قمة بنجر السكر لا تتميز أيضا بهذه الظاهرة .

تدل الظواهر فى معظم الحالات على وجود علاقة بين درجة الوقاية المتبادلة ودرجة القرابة السيرولوجية . الوقاية المتبادلة تكون كاملة بين السلالات المتقاربة جداً، بينما بين السلالات ذات القرابة البعيدة نسبيا تكون غير كاملة .

تتأثر درجة الوقاية المتبادلة بالعوامل الآتية :-

١ — الفترة بين العدوى الأولى والثانية :

درجة الوقاية قد تتأثر بالمدة بين العدوى بالسلالة الأولى والسلالة الثانية، باستخدام سلالتى X^G ، X^H لفيروس × البطاطس لحماية نباتات الدخان من الاصابة بخمس سلالات أخرى شديدة العدوى من نفس الفيروس وجد أن النتائج المتحصل عليها تتباين وتختلف عندما تكون المدة ٥ أيام . بزيادة المدة تزداد درجة الوقاية وعندما تكون المدة ٨ أيام فإن الوقاية تكون كاملة .

٢ — عمر وحالة النبات :

يحدد عمر وحالة النبات بدرجة كبيرة، سرعة إنتشار الفيروس خلال الأنسجة

المختلفة . إذا كان نمو النبات ضعيفا نتيجة لعدم ملاءمة الظروف البيئية فإن سرعة تكاثر الفيروس تقل وبالتالى فإن حماية النبات من الاصابة بالسلالة الشديدة قد تكون غير كاملة .

٣ — نوع النبات :

بعض السلالات الضعيفة من فيروس موزايك الدخان تحمى نباتات *Nicotiana sylvestris* من العدوى بسلالة موزايك أوكيوبا **aucuba mosaic** ولكنها تعطى وقاية جزئية إذا ما استخدمت بعض أنواع الدخان الأخرى . كما وجد أيضا أن ٤ سلالات ضعيفة من فيروس × البطاطس تظهر وقاية كاملة فى نباتات *Datura stramonium* ولكنها لا تظهر تلك الوقاية فى نباتات *D. metel*

٤ — كمية اللقاح :

عدوى النباتات المصابة بسلالة فيروسية ضعيفة بلقاح يحتوى على تركيز عالى من سلالة أخرى لنفس الفيروس قد يقلل من درجة الوقاية . استخدام لقاح يحتوى على تركيز عالى من فيروس موزايك الاكيوبا (يعطى بقع ميتة على *N. sylvestris*) يؤدى إلى ظهور بقع ميتة على أوراق *N. sylvestris* المصابة بسلالة الفيروس الضعيفة التى تعطى أعراض موزايك ، ولكن البقع فى تلك الحالة تظهر فى المناطق الخضراء من الورقة حيث تركيز فيروس السلالة الضعيفة يكون منخفضا جدا .

لا يوجد فى الوقت الحالى معلومات كافية عن كيفية تفاعل السلالات داخل الخلايا وبالتالى كيفية حدوث الوقاية المتبادلة . وقاية أو مقاومة النبات ضد الاصابة بسلالة أخرى من نفس الفيروس تتم عندما تكون السلالة الأولى موجودة فى معظم انسجة النبات (تعطى أعراضا جهازية) . إذا ظلت لأى سبب من الأسباب بعض أجزاء النبات خالية من السلالة الأولى فان تلك الأجزاء تصاب اثناء العدوى التالية بنفس السلالة الفيروسية أو بسلالات أخرى من نفس الفيروس. يطلق على المقاومة التى يكتسبها النبات بهذه الطريقة المقاومة المكتسبة غير النقية nonsterile acquired resistance وذلك للتفريق بينها وبين نوع آخر من المقاومة يطلق عليه المقاومة المكتسبة النقية sterile acquired resistance .

المقاومة المكتسبة النقية :

يتميز هذا النوع من المقاومة بأن أجزاء من النبات تصاب بالفيروس وأجزاء أخرى قريبة أو بعيدة عن الجزء المصاب يكتسب مقاومة ضد الاصابة بنفس الفيروس أو أحد سلالاته وأحيانا بعض الفيروسات الأخرى . لوحظ عند عدوى أوراق نبات دخان Samsun NN بتركيزات مخففة جدا من فيروس موزايك الدخان ثم عدواها مرة ثانية على فترات مختلفة بتركيز عالى من نفس الفيروس وجود منطقة من أنسجة النبات حول البقعة الموضعية الناتجة عن العدوى الأولى ذات مقاومة عالية للاصابه الثانية . تزداد تلك المنطقة فى حجمها ودرجة مقاومتها بزيادة المدة ما بين العدوى الأولى والثانية حتى تصل إلى أقصاها إذا ما حدثت العدوى الثانية بعد ٧ أيام من العدوى الأولى . المقاومة ليست خاصة ضد فيروس معين، إذ وجد أن المنطقة المحيطة بالبقع الموضعية الناتجة عن الاصابة بفيروس موزايك الدخان مقاومة للاصابة بفيروس نيكروزس الدخان وعدد آخر من الفيروسات .

إن المقاومة لا تظهر فقط فى الأجزاء المحيطة بمنطقة الاصابة ولكنها تظهر أيضا فى أوراق أخرى بعيدة عنها . تقدر درجة المقاومة فى تلك الحالة بدرجة قلة حجم أو عدد البقع الناتجة . وجد عند عدوى الأوراق العلوية لنبات دخان Samsun NN بفيروس موزايك الدخان بعد فترة من عدوى أوراقه السفلية بنفس الفيروس أن البقع الموضعية المتكونة على الأوراق العلوية يقل حجمها فتصل إلى ⅓ أو ½ مثيلاتها على نبات الكونترول الذى عديت أوراقه العلوية فقط بنفس الفيروس . تلاحظ المقاومة إذا ما أجريت العدوى الثانية بعد ٢ — ٣ أيام من العدوى الأولى وتصل إلى أقصى درجة لها إذا ما تمت العدوى الثانية بعد ٧ أيام من العدوى الأولى . تحتفظ الأوراق بقدرتها على المقاومة لمدة ٢٠ يوم . يجب الأخذ فى الاعتبار أن الأوراق المقاومة كانت خالية من الفيروس قبل إجراء العدوى الثانية .

ان المقاومة المكتسبة للاوراق البعيدة عن الأوراق المصابة ضد العدوى بنفس الفيروس أو بفيروسات أخرى ترجع إلى انتقال مواد معينة منتجة للمقاومة من المنطقة المصابة إلى الأوراق الأخرى . عند قطع العرق الوسطى للأوراق العليا لنبات الدخان فان المقاومة لا تلاحظ فى مناطق الورقة البعيدة عن منطقة القطع . كما وجد أنه عند عدوى أوراق نبات الدخان الصغير بالفيروس وقطع الأوراق المعداه بعد ٧ أيام من العدوى فان الأوراق الجديدة كانت مقاومة .

وقد تمكن بعض العلماء من فصل الفيروس من مستخلصات النباتات المصابة. وقد أدى خلط مستخلص النبات المصاب الخالى من الفيروس بتحضير فيروسى إلى خفض عدد البقع الناتجة إذا ما قورنت بمستخلص النبات السليم المعامل بنفس الطريقة مما يدل على وجود عامل مثبط . وقد وجد هـــذا العامل فى أوراق النباتات المصابة بفيروس موزايك الدخان وفيروس Y البطاطس . كما وجد

أيضا فى الأوراق العلوية لنبات دخان جلوتينوزا بعد عدوى أوراقه السفلية بفيروس موزايك الدخان . يوجد من الأدلة مايدل على ان هذا العامل ذا طبيعة بروتينيه .

اعادة التوليف الوراثى أو التهجين

Genetic recombination or Hybridization

لوحظ حدوث إعادة التوليف الوراثى فى الفيروسات لأول مرة فى الفيروسات البكتيرية الكبيرة مثل T_2 الذى يصيب *E. coli* . لاجراء عملية اعادة التوليف الوراثى تعدى البكتريا فى آن واحد بسلالتين يتساويان تقريبا فى درجة التكاثر والقدرة على العدوى ويختلفان على الأقل فى صفتين وراثيتين معروفتين ، ثم يختبر الجيل الناتج من العدوى وإذا وجد ان بعض أفراد الجيل تحتوى على الصفتين الغير موجودتين فى أى من السلالتين الاصليتين معا فان ذلك يعنى أن إعادة التوليف الوراثى قد حدثت . ساد الاعتقاد بعض الوقت ان اعادة التوليف الوراثى أو التهجين بين السلالات الفيروسية يحدث فى الفيروسات المحتوية على DNA إلا أنه ظهر أن ذلك قد يحدث أيضا بين سلالات بعض الفيروسات الحيوانية التى تحتوى على RNA أحادى الخيط .

ونظراً لصعوبة إجراء مثل هذا النوع من التجارب فان عددا قليلا جدا من الابحاث قد عملت لدراسة اعادة التوليف الوراثى فى الفيروسات النباتية . وقد بين بست Best فى أعوام ٥٤ ، ٥٧ ، ٦١ ، ١٩٦٨ إن إعادة التوليف الوراثى يحدث بين سلالات فيروس الذبول المتبقع فى الطماطم . استخدم الباحث سلالتين من هذا الفيروس يختلفان فى أعراضهما على عوائل نباتية . السلالة A تعطى أعراضا شديدة والسلالة E تعطى أعراضا ضعيفة جداً . تم تنقية

السلالتين عن طريق العزل من خلال البقع الموضعية ، ثم أجريت عملية العدوى لنباتات الدخان ودخان جلوتينوزا والطماطم بلقاح مختلط يحتوى على السلالتين . أخذت أنسجة من النباتات المصابة وعن طريق العدوى لعائل يعطى بقعا موضعية أمكن الحصول على الكثير من العزلات ومن بينها سلالات جديدة تختلف عن A أو E ولكنها اكتسبت بعض الصفات الخاصة بالاعراض symptom characters من كل من السلالتين .

الفصل السابع

سيرولوجي الفيروسات النباتية

Serology of plant viruses

عند إصابة الحيوان بمرض بكتيرى أو فيروسى يظهر فى دم الحيوان مواد بروتينية لها القدرة على أن ترتبط بالمسبب المرضى . تلك المواد البروتينية يطلق عليها الأجسام المضادة antibodies . هذا التفاعل، أى ارتباط الأجسام المضادة بالمسبب المرضى، هو إحدى طرق مقاومة الحيوان للمرض . من الممكن ملاحظة الأجسام المضادة فى سيرم الحيوان المصاب وذلك لقدرتها على أن تتحد خارج الجسم *in vitro* مع البكتريا أو الفيروس المسبب للمرض . اتحاد أو تفاعل الأجسام المضادة هو أساس كل الاختبارات السيرولوجية . تلاحظ الأجسام المضادة كثيراً فى دم وبعض أنسجة الحيوان الأخرى بعد مرور وقت طويل من شفائه وهى تعمل على حماية الجسم من عدوى أخرى بنفس البكتريا أو الفيروس .

لا يعمل الحيوان على تكوين الأجسام المضادة استجابة لمسبب مرضى فقط قد أصابه وإنما يعمل على تكوينها أيضاً إذا ما حقن فى جسمه مواد مختلفة تعتبر غريبة عنه . أى مادة لها القدرة على تنشيط تكوين الأجسام المضادة والدخول مع تلك الأجسام المضادة فى تفاعل إذا ما خلطت بالمصل المستخلص من الحيوانات التى حقنت بها يطلق عليها الانتيجين antigen .

الانتيجينات غالباً ما تكون مواد ذات طبيعة بروتينية . عديدات التسكر

polysaccharides والدهون lipids ذات خواص أنتيجينية أيضا . بعض الجزيئات الصغيرة ذات التركيب الخاص مثل الأحماض الأمينية عند حقنها فى الحيوان لا تنشط إنتاج الأجسام المضادة ولكن قد يكون لها القدرة على التفاعل مع الأجسام المضادة التى أنتجت نتيجة لحقن الحيوان بأنتيجينات كبيرة تحتوى على تلك الجزيئات الصغيرة كجزء من تركيبها . يطلق على تلك الجزيئات الصغيرة الهابتينات haptens .

عموما تتميز الانتيجينات بأنها ذات وزن جزىء أكبر من ١٠٫٠٠٠ فمثلا بروتين الدم ذو وزن جزىء ٦٠٫٠٠٠ وألبيومين البيض ذو وزن جزىء ٤٠٫٠٠٠ وهذه تعتبر انتيجينات مثالية . البروتينات النباتية هى أيضا انتيجينات نشطة . الفيروس النباتى ما هو الا نيكلوبروتين أى يحتوى على البروتين فى تركيبه وبما أن البروتين الفيروسى ذا وزن جزىء كبير جدا (بروتين فيروسى موزايك الدخان ذا وزن جزىء يساوى ٢٧ مليون) لذا فهو ذو فاعلية كبيرة فى تنشيط تكوين الأجسام المضادة . المصل serum الذى يحتوى على الأجسام المضادة antibodies يطلق عليه المصل المضاد antiserum ، أما مصل حيوان التجارب الذى لم يحقن بأى أنتيجين فيطلق عليه المصل العادى normal serum . بروتين الأجسام المضادة يكون من النوع جاماجلوبيولين Y - globulin .

تتميز التفاعلات السيرولوجية بتخصصها العالى وشدة حساسيتها . بمساعدة الطرق السيرولوجية أحيانا يمكن التمييز بين مواد قريبة تظهر متطابقة عند دراستها بطرق أخرى ، كما يمكن ملاحظة التفاعل بسهولة بين كمية بسيطة من الانتيجين والأجسام المضادة نتيجة لاتحاد كل منهما بالآخر . يعتقد أنه

يوجد على سطح الاجسام المضادة مناطق خاصة لها القدرة على الارتباط مع ما يسمى بالمجاميع المحدده determinant groups الموجودة على سطح الانتيجين ، وعلى هذا فان الاختلافات السيرولوجية بين اثنين من الانتيجينات تعكس الاختلافات فى تركيب سطوحهما .

من الجوانب السلبية لاستخدام الطرق السيرولوجية هو عدم امكان الحصول على أمصال مضادة لكل الفيروسات التى تصيب النباتات الراقية ، فقد فشل كثير من الباحثين فى تحضير مصل مضاد لفيروس التفاف أوراق البطاطس. يعزى هذا الفشل إلى عدة تكهنات منها أن هذا الفيروس ليس له القدرة على تكوين أجسام مضادة عند حقنه فى الحيوان إذ كان من المعتقد سابقا أن هذا الفيروس عبارة عن حامض نووى عارى ولكن هذا التكهن أصبح غير مقبول وخاصة بعد الحصول على تحضيرات نقية من الفيروس، أما الأسباب الأخرى فيمكن أن تعزى إلى أن تركيز الفيروس فى النبات يكون ضعيفا أو ان الفيروس يفقد عند تحضيره واستخلاصه من العصير وذلك لعدم مقاومته لبعض العوامل الطبيعية والكيماوية . وعلاوة على هذا فان هناك فيروسات أخرى لم يمكن الحصول على أمصال مضادة لها مثل بعض فيروسات الخس وعديد من الفيروسات الأخرى .

وقد وجد أن هناك علاقة بين سهولة الحصول على مصل مضاد لفيروس ما وطريقة انتقال هذا الفيروس . فالفيروسات التى تنتقل ميكانيكيا بالعصارة يسهل إنتاج أمصال مضادة لها ، بعكس معظم الفيروسات التى تنتقل عن طريق الحشرات فقط فيصعب تحضير أمصال لها .

تحضير المصل المضاد

عند حقن تحضير فيروسى فى دم حيوان من حيوانات التجارب فان بعض أنسجة الحيوان تبدأ فى تكوين أجسام مضادة خاصة تتفاعل مع الفيروس الذى نشط إنتاجها . إذا استخدم فى عملية الحقن تحضيرات فيروسية غير نقية تحتوى بجانب الفيروس على شوائب نباتية ذات خواص أنتيجينيه فان المصل المضاد المتحصل عليه سوف يحتوى على نوعين من الأجسام المضادة أحدهما ضد الفيروس والآخر ضد الشوائب البروتينية النباتية ، وهذا سوف يمثل عقبة كبيرة عند استخدام المصل المضاد للتعرف على الفيروس وخاصة إذا كان تركيز الأجسام المضادة للشوائب النباتية عاليا . وعلى هذا فان النجاح فى الحصول على مصل مضاد على درجة عالية من التخصص لفيروس ما يتوقف على مدى نجاح تنقية هذا الفيروس من الشوائب النباتية الموجودة فى العصير المستخلص من النبات المصاب . ويستخدم فى الوقت الحالى طرقا عديدة لتنقية الفيروسات . تجميد الأوراق المصابة قبل تقطيعها وفرمها لاستخلاص العصير أو تسخين عصير النباتات المصابة فى حمام مائى على ٥٠ — ٦٠ ° م لمدة ٥ دقائق أو استخدام المركبات الكيماوية غير القطبية (الكلوروفورم والبيوتانول وغيرها) أوغيرها يؤدى إلى تجميع المواد البروتينيه النباتية coagulation ذات الصفات الانتيجينية مما يسهل التخلص منها باستخدام جهاز الطرد المركزى ذات السرعة المنخفضة . تحضيرات الفيروس النقية بعد ذلك يمكن الحصول عليها بطرق عديدة منها طريقة الترسيب عند نقطة التعادل الكهربائى والطرد المركزى المفرق وكذلك الطرد المركزى فى محاليل متدرجة الكثافة .

يمكن استخدام أنواع عديدة من الحيوانات مثل الارانب والفئران وخنازير

غينيا والحصان لإنتاج أمصال مضادةللفيروسات النباتيه . أكثر هذه الحيوانات استخداما هى الأرانب لسهولة الحصول عليها وسهولة حقنها كما أنها ذات حجم مناسب ، وبالتالى يمكن الحصول على كميات مناسبة من الأمصال ، عـلاوة عـلى ذلك فان الأمصال المضادة الناتجة منها تعطى ترسيب جيد مع الفيروس المستخدم فى الحقن . وتحقن الأرانب بالفيروس بالطرق التالية : ـــ

١ - الحقن فى العرق Intravenous injection :

تفضل هذه الطريقة فى الحقن حيث يعتقد انها تعطى كمية كبيرة من الاجسام المضادة عن الطرق الأخرى . وتستخدم مع التحضيرات الفيروسية النقية كما يمكن أستخدامها أيضا مع التحضيرات الفيروسية غيرالنقية وذلك فى حالة ما إذا ماكانت خالية من المواد السامة للارانب.

يستخدم لهـــذا الغرض محاقن ذات ابره حادة ويفضل رقم ٢٠ أو ٢٢ . ينظف المحقن جيدا ثم تسحب كمية الفيروس المراد حقنها بشرط الا يحتـــوى المحقن على أية فقاعات هوائية . تنظف الأذن بكحول ايثيـل ٧٠ ٪ تنظيفا جيدا . وهذا يسبب وضوح العرق المراد إستعماله فى الحقن . يجـرى الحقن فى إتجاه قاعدة الأذن فى العرق الموجود على السطح العلوى للأذن من النـاحية الخارجية وعلى بعد ٣ ـــ ٤ مم من الحافه . بعد اتمام الحقن يضغط عـلى مكان دخول الأبره ثم تسحب ويستمر الضغط قليلا لمنع حدوث نزيف . عندتـكرار مرات الحقن تبدأ الحقنات من طرف الأذن إلى قاعدتها .

٢ - الحقن تحت الجلد subcutaneous injection :

طريقة سهلة فى الحقن . تنظف منطقة الحقن وتختار بحيث يكون الجلد سهل

الشد . باحدى اليدين يشد الجلد إلى أعلى وباليد الأخـــرى يحقن الفيروس . آستخدم هذه الطريقة وكذلك الحقن فى العضل فى حالة إحتواء التحضيرالفيروسى على مواد سامة يصعب التخلص منها . ويمكن استخدام مواد مساعدة تخلط مع التحضير مثل الزيوت المعدنية واللانولين lanolin ، فيحضر مخلوط من الزيت المعدنى Risella 17 واللانولين ثم يؤخذ حجم من هذ الخليط ويضاف إلى حجم من التحضير الفيروسى ثم يحقن تحت الجلد بمقدار ١ سم٣ فى المرة الواحدة .

نظام الحقن :

تعتمد الطريقه التى تتبع فى حقن الأرانب على الآتى : -

١ ـــ كمية التحضير الفيروسى المستعملة فى الحقن ونوعيتها .
٢ ـــ احتواء التحضير الفيروسى على مواد سامه للارانب من عدمه .
٣ ـــ الغرض الذى تستعمل فيه الأمصال المضاده .

فمثلا فى حالة انتاج الأمصال العالية التركيز مثل الأمصال لفيروس موزايك الدخان فان عدد مرات الحقن تبلغ ٣ - ٦ مرات اسبوعيا وكل جرعة من ١ - ١٠ مجم فيروس وتزداد الجرعات تدريجيا . وفى حالة ما إذا كانت كمية التحضير الفيروسى النقى صغيرة تعطى الجرعات بكميات صغيرة وعلى دفعات عديدة وذلك أفضل من إعطاء كميات كبيرة على دفعات قليلة . وعموما يجرى الحقـن فى الأرانب كل ٢ - ٣ أيام بجرعات صغيرة فى حالة التحضيرات الفـيروسية النقية تبدأ من ١ سم٣ وتزداد إلى أن تصل إلى ٥ سم٣ ويجرى الحقن فى العرق .

أما فى حالة التحضيرات الفيروسية غير النقية التى تحتوى على مـواد سامه للأرانب فيجرى الحقن فى العضل أو تحت الجلد بجرعات تبدأ من ٢ سم٣ وتزداد

إلى ١٠ سم٣. عدد مرات الحقن من ٥ - ١٠ حقنات . تجرى عملية فصد الحيوان بعد ٩ - ١٤ يوم من تاريخ آخر حقنه .

عملية الفصد :

تجرى عملية الفصد فى الأذن التى لم تستعمل فى الحقن . تنظف الأذن بالكحول ثم تدعك بكمية من الزايلين Xylene وذلك يزيد من كفاءة العملية. ويعمل جرح صغير فى العزق الاساسى للأذن بجوار القاعدة بواسطة شفرة حلاقه حاده . ثم يجمع الدم فى أنابيب معقمة ويراعى الحذر الشديد حتى لا يحدث تكسير فى كرات الدم وبالتالى يتلون المصل بلون أحمر ولهذا يستقبل الدم على جدار الأنبوبة برفق . بعد جمع الدم يوقف النزيف بحبس مكان الجرح أو تغطيته بطبقه من الكلوديون مذابة فى كحول ايثايل . يترك الدم فى الأنابيب ساكنا عدة ساعات على درجة حرارة الغرفة أو ساعتين على ٣٧° م ثم يفصل عن جدار الأنبوبة بواسطة ساق زجاجية معقمة . ويحفظ بعد ذلك فى الثلاجة على ٤° م لمدة ١٢ ساعة . يفصل المصل عن باقى مكونات الدم المتخثرة وتجرى له عملية طرد مركزى لمدة ١٠ دقائق على سرعة ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ لفة فى الدقيقة للتخلص من أى بقايا لمكونات الدم الاخرى .

تجرى عملية الفصد من ٢ - ٣ مرات فى فترة ثلاثة أيام متتالية وتصل كمية الدم التى تجمع من الارنب الواحد حوالى ٥٠ - ١٥٠ سم٣. الارنب المستعمل يمكن استخدامه لنفس الفيروس بعد عدة أسابيع كما يمكن استعماله لفيروسات أخرى بعد فترة راحة تزيد عن ٤ شهور . كثرة استخدام الارنب تزيد من عتامة المصل الناتج وذلك لوجود بعض المواد الدهنية به ولكنها لا تؤثر على كفاءة التفاعل .

تخزين المصل :

المصل المحضر بالطريقة السابقة غــير معقم ويمكن ان يتلف إذا لم يحفظ بطريقة تمنع نمو البكتريا . أنسب طريقة لحفظ الأمصال هو تقسيمها إلى كميات صغيرة ٥ - ٢٠ سم٣ فى أنابيب وتجميدها . يراعى خلط كمية المصل جيدا قبل تقسيمها فى الأنابيب الصغيرة . فى حالة عدم إمكانيه تجميد المصل يجب أن يضاف إليه عدة نقط من الفينول أو الثيمول أو الكلوروفورم وهى مواد تمنع نمو الميكروبات فى المصل . وعموما يستعمل التجميد الجاف أو التفجيد بكفاءة عالية لحفظ الأمصال .

بعض أنواع الطرق السيرولوجيه المتبعة مع الفيروسات النباتية

١ - تفاعل الترسيب Precipitati on reaction :

من أكثر الطرق استخداما بالنسبة للفيروسات النباتية . عن طريقه يمكن ملاحظة الراسب الخاص الذى يتكون نتيجة لتفاعل الانتيجين مع الأجسام المضادة . يستخدم اصطلاح الترسيب precipitation للتعبير عن التفاعل الذى يؤدى إلى حدوث ترسيب ناتج عن اتحاد الانتيجينات الجزيئية مثل البروتينات أو عديدات التسكر مع الاجسام المضادة الخاصة بها . أما اصطلاح التلبد أو التجمع agglutination فيطلق على التفاعلات التى يدخل فى تكوين رواسبها أنتيجينات خلوية مثل البكتريا . الفيروسات النباتية تحتل مركزا وسطيا من حيث حجمها بين الخلايا والبروتينات الصغيرة ولهذا فان التفاعل بين الفيروسات

النباتية والأجسام المضادة يحتل مركزا وسطيا بين اختباري التلبد والترسيب ولكن غالبا ما يطلق على الاختبارات التي تتم على الفيروسات النباتية بإسم إختبارات الترسيب .

الأنتيجين الفيروسي يرتبط بالعديد من جزيئات الأجسام المضادة البروتينية أى أنه polyvalent . عدد الاجسام المضادة المرتبطة يعتمد على حجم الأنتيجين الفيروسي، أما الجسم المضاد فيرتبط بجزيئين فيروسين فقط بمعنى انه divalent . يرتبط الانتيجين الفيروسي بالاجسام المضادة مكونا شكلا ذات تركيب شبكى يكبر فى الحجم ثم يرسب . يختلف مظهر الراسب باختلاف شكل الفيروس ، فالفيروسات العصوية مثل فيروس موزايك الدخان وفيروس × البطاطس تعطى راسب زغبي بينما الفيروسات الكروية تعطى راسب كشيف حبيبي . يمكن ملاحظة الراسب بعدة طرق :

(أ) الترسيب فى أنابيب Precipitati on in tubes :

يجرى هذا الاختبار فى أنابيب صغيرة حيث يوضع ½ - ١ سم³ من التحضير الفيروسي ثم يضاف إليها نفس الحجم من المصل المضاد ويخلطان جيدا ، وتترك الانابيب فى حمام مائى على درجة ٣٧ — ٥٠° م حسب الفيروس المختبر . يؤثر على نتائج تفاعل الترسيب عدة عوامل منها :

١ - تركيز الفيروس والمصل المضاد :

إن تركيز الفيروس والمصل المضاد من العوامل الهامة التى تؤثر على سرعة حدوث الترسيب وكذلك كمية الراسب وامكانية حدوث الترسيب من عدمه . فقد يمتنع تكوين الراسب نتيجة لزيادة تركيز الفيروس أو المصل المضاد عن حد معين ، ولذا يجب عمل المخلوط بنسب مختلفة أو تركيزات مختلفة حتى يمكن

التأكد من أن غياب الراسب لا يرجع إلى زيادة تركيز أى من مكونات الخليط (الفيروس أو المصل المضاد). وعلى سبيل المثال يمكن عمل سلسلة من تخفيفات الفيروس ١ : ١ ، ١ : ٢ ، ١ : ٤ وهكذا فى عدد من الانابيب ثم يضاف إليها كميات متساوية من المصل المضاد ذات تخفيف واحد . فى هذه الحالة ممكن معرفة درجة تخفيف الفيروس والتى عندها يحدث تفاعل الترسيب بأسرع ما يمكن . عند التخفيفات الأدنى والأعلى من هذا التخفيف فان تفاعل الترسيب يتم ببطء شديد أو قد لا يتم . لو حسبنا الوقت اللازم لحدوث الترسيب لكل تخفيف بالدقيقة عند استخدام مصل مضاد ذات تخفيف ١ : ١٦ فاننا نحصل على نتائج تماثل نتائج المثال التالى :

تخفيف الفيروس	١ : ١	١ : ٢	١ : ٤	١ : ٨	١ : ١٦	١ : ٣٢	١ : ٦٤
الوقت اللازم لظهور الترسيب (دقيقه)	١٠٠	١٠	½	١	٣	٣٠	١٠٠
كميه الراسب النسبيه	0	+	+++	++	+	±	0

نسب مكونات التفاعل والتى تعطى أسرع ترسيب يطلق عليها ألفا المثالية optimum – α . عند هذه النسبة تظهر أكبر كمية من الراسب . كمية الراسب النسبية المتحصل عليها باستخدام تخفيفات مختلفة لمواد التفاعل يمكن التعبير عنها فى صورة عدد من علامات + .

لكل من الفيروس والمصل المضاد درجة تخفيف بعدها لا يحدث ترسيب مرئى وتسمى فى حالة الفيروس بدرجة التخفيف النهائية أما فى حالة المصل المضاد فيطلق عليها تايتر المصل المضاد antiserum titer .

٢ ـ وجود الأملاح :

لا يحدث ترسيب فى الوسط ذو القوة الأيونية الضعيفة . وعموما فإن تخفيف المواد الداخلة فى التفاعل لابد وأن يتم باستخدام محلول فسيولوجى من كلوريد الصوديوم ٨٥ر٠٪، إذ أن وجود الأملاح ضرورى لظهور التفاعل وكذلك لحفظ بعض بروتينات المصل .

٣ ـ درجة الحرارة :

كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما أسرع ذلك من حدوث التفاعل بين الانتيجين ، والأجسام المضادة ولكن ذلك يعتمد على درجة ثبات الفيروس . ففى حالة الفيروسات التى تتحمل درجة الحرارة المرتفعة مثل فيروس موزايك الدخان فان التفاعل ممكن إجراؤه على درجة حرارة ٥٠° م . أما فى حاله الفيروسات غير الثابتة والتى تؤثر فيها درجة الحرارة المرتفعة فيمكن إجراء التفاعل على درجة حرارة بين ٣٠ — ٣٧°م .

٤ ـ رقم pH الوسط :

عموما يجرى إختبار الترسيب بدون إضافة محاليل منظمة ولكن بعض الحالات تتطلب pH معين فى حدود من ٦ — ٩ . إلا أن أغلب الفيروسات تعطى تفاعل جيد عند pH = ٧ .

٥ ـ درجة الخلط :

تعتمد سرعة الترسيب على درجة خلط مكونات التفاعل وخاصة فى حالة إستعمال أنتيجينات مركزة مع أمصال مضادة مخففة . فى هذه الحالة إذا لم تخلط

المواد المتفاعلة جيدا فان الترسيب الضعيف الذى يتكون سرعان ما يختفى عند حفظه لمدة صغيرة . عند وضع الأنابيب فى الحمام المائى يجب أن تغمر بحيث يكون نصف حجم المحلول تحت سطح الماء والنصف الآخر فوق سطح الماء وهذا يسمح باستمرار الحركة فى المحلول ويزيد من كفاءة الترسيب .

(ب) إختبار الترسيب الحلقى Ring interface precipitation test

يجرى هذا الاختبار فى أنابيب صغيرة ذات قطر ٢ — ٣ ملليمتر ويوضع بها ١ر — ٢ر سم٣ من المصل المضاد المركز بدون تخفيف أو بتخفيف لا يزيد عن ١ : ٢ . يضاف للمصل المضاد نفس الحجم من التحضير الفيروسى بتخفيفات مختلفة وذلك بحذر شديد حتى لا يختلط التحضير الفيروسى بالمصل المضاد . لو كان للانتجين وزن نوعى أكبر من الوزن النوعى للمصل المضاد فيجب عمل العكس إذ يوضع أولا الانتجين ثم يضاف إليه المصل المضاد أو يستخدم المصل المضاد المخفف بالجسرين بنسبة ١ : ١ .

بالقرب من سطح تلامس المحلولين فان الأجسام المضـــادة تنتشر خلال التحضير الفيروسى وكذلك فان الجزيئات الفيروسية تنتشر أيضا خلال طبقة المصل المضاد . فى مكان ما داخل حدود تلك المنطقة الضيقة فان نسب مكونات الخليط مبكراً أو مؤخراً سوف تكون ملائمة لتكوين راسب فى تلك الحالة على السطح الفاصل بين التحضير الفيروسى والمصل المضاد أو بالقرب منه تظهر حلقة أو قرص من الراسب. لابد من إستخدام أنابيب للمقارنة تحتوى على مصل عادى . يجرى هذا التفاعل فى العادة تحت ظروف درجة حرارة الغرفة .

(جـ) اختبار الترسيب الدقيق Microprecipitation test :

يستخدم فى هذا الاختبار أطباق بترى جافة يغطى قاعها بمادة غير محبة للماء hydrophopic material وهى غالبا ما تكون فورمفار Formvar وذلك عن طريق وضع كمية منها فى قاع الطبق ثم تفرغ تاركة طبقة رقيقة تترك لتجف عدة ساعات فتكون غشاء على قاع الطبق . توضع أطباق بترى على ورقة مربعات ٨ × ٨ سم ثم توضع نقطة من المصل المضاد فى كل مربع من المربعات ويضاف اليها نقط مماثلة من التحضير الفيروسى . طبقة الفورمفار تعمل على منع إنتشار النقطة الموجودة بمربع إلى مربع آخر .

بعد وضع نقط من التحضير الفيروسى على نقط المصل وخلطهم يصب زيت البرافين فى الطبق بحيث يغطى جميع النقط . يلاحظ تكوين الراسب الممكن مشاهدته بواسطة عدسة يدوية أو تحت القوة الصغرى للميكروسكوب الضوئى. بهذه الطريقة يمكن إجراء حوالى من ٤٠ — ٦٠ إختبار فى الطبق الواحد .

(د) تفاعل الترسيب فى الآجار Precipitation reaction in agar :

خلال السنوات القليلة الماضية زاد إستخدام طرق الترسيب فى الآجار أو الجلى وتتميز تلك الطرق بالخواص الآتية :

١ — العمل على الفصل الطبيعى لخاليط جزيئات الانتيجينات وكذلك الأجسام المضادة ، وذلك باستغلال الاختلاف فى معدل إنتشارها فى الآجار أو الجلى أو الاختلاف فى معدل تحركهافى وجود وسط كهربائى - immunoelectro phoresis أو للاثنين معا .

٢ — مقارنة الانتيجينات المختلفة ببعضها البعض تحت ظروف واحدة.

توجد عدة طرق للانتشار أو الترسيب فى الآجار نذكر منها الانتشار الثنائى بطريقة أوشترلونى Ouchterlony agar double diffusion test وهـــو كالتالى: تضاف كمية من الآجار بنسبة ٧ر - ١٪ إلى محلول منظم ثم تسخن لدرجة ٩٢° فى حمام مائى لاذابة الآجار إذابة تامة ، وبعد تبريده لدرجة ٦٠°م يضاف اليه مادة sodium azid وتقلب جيدا بحيث يصل تركيزها فى المحلول ١ر٪ وذلك لمنع نمو الميكروبات فى الآجار . نوع ورقم pH المحلول المنظم يعتمـد على درجة ثبات الفيروس وخواصه . عموما فان درجة pH المثـــلى لأغلب الفيروسات هى ٢ر٧ . قد يضاف ميثيل أورانج methyl orange لزيادة ظهور الترسيب المتكون .

يصب الآجار فى أطباق بترى بسمك ٢ - ٣ سم وبعد أن يتجمد تعمل فيه ثقوب بواسطة ثاقبات خاصة يحدد عددها حسب الاختبارات المطلوبة يفضل أن تحدد الثقوب قبل صب الآجار وذلك بوضع أعمدة إسطوانية يمكن التحكم فى عددها وارتفاعها فى الطبق قبل صب الآجار بحيث لا تصل الثقوب إلى قاع الطبق حتى لا يخشى من تسرب المحاليل فى المسافات بين قاع الطبق والآجار بدلا من إنتشارها خلال الآجار نفسه وهو المطلوب

عادة فى الثقوب الوسطية يوضع المصل المضـاد للفـيروس . أما فى الثقوب المحيطة فيوضع التحضير الفيروسى . ينتشر الفيروس والأجسام المضادة خلال طبقة الآجار فى إتجاهين متضادين . فى منطقة التقابل والتى يكون فيها نسبة كل منهما إلى الآخر ملائما يتكون شريط الترسيب . إذا كان أحد التحضيرات المستخدمة لا تحتوى على الفيروس أو تحتوى على فيروس مختلف عن الفيروس الذى حضر له المصل المضاد فان شريط الترسيب فى المنطقة الفاصلة والمقابلة لذلك الثقب الذى

لا يحتوى على الفيروس أو يحتوى على الفيروس المختلف لن يظهر . إذا احتوت التحضيرات على أنتجين واحد فإن أشرطة الترسيب تتحد مكونة كونتور contour متصل. تظهر أشرطة الترسيب عادة بعد ٢ — ٦ أيام على درجة ٢٠° م .

يستخدم هذا التفاعل بكفاءة عالية فى حالة الفيروسات الكروية عنه فى حالة الفيروسات العصوية أو الخيطية لصعوبة إنتشارها فى الآجار، وحديثا أمكن التغلب على هذه المشكلة بتجزئة الفيروسات العصوية أو الخيطية إلى أجزاء صغيرة يسهل إنتشارها فى الآجار .

II - **اختبار التلبد أو التجمع** Agglutination test :

كما عرفنا سابقا أن الراسب المرأى الذى يتكون عند خلط الفيروسات النباتية بالأمصال المضادة لها يطلق عليه تفاعل الترسيب . ولكن إذا ما أخذت نقطة من عصير نباتى يحتوى على كمية مناسبة من الفيروس وخلطت مع المصل المضاد له على شريحة زجاجية فانه دائما ما يلاحظ تجمع clumping للجزيئات الصغيرة النباتية والتى يحتويها العصير . وبالرغم من أنه لا يدخل فى هذا التفاعل الأجسام المضادة لتلك الجزيئات النباتية الصغيرة إلا أن هذا التفاعل يطلق عليه تفاعل التلبد أو التجمع . ربما يرجع ذلك إلى التشابه فى المظهر العام مع مظهر تلبد أو تجمع البكتريا بواسطة المصل المضاد لها .

يجرى هذا الاختبار بوضع نقطة من عصير النبات المراد الكشف عنه على كل طرف من طرفى شريحة زجاجيه ثم يضاف إلى إحدى النقطتين نقطة من المصل المضاد للفيروس المطلوب الكشف عنه ويضاف إلى النقطة الأخرى نقطة من المصل العادى وتستخدم للمقارنة . تخلط كل نقطة جيداً مع نقطة المصل عن

طريق التقليب بطرف شريحة زجاجية أخرى أو قضيب زجاجى ثم تفحص . يمكن زيادة الرؤية بوضع مرآة أسفل الشريحة لتوجية الأشعة الضوئيةإلى مركز النقطة وعندئذ يمكن رؤية التلبد أو التجمع إذا كان النبات مصابا بالفعل بذلك الفيروس المحضر له المصل المضاد الذى إستخدم فى الاختبار . أما المقارنة فلن يظهر فيها أى تلبد وذلك فى حالة سلامة الاختبار (شكل ٢٢) .

III - اختبار تثبيت المكمل Complement fixation test

باستخدام هذه الطريقة يمكن معرفة حدوث إتحاد بين الانتجين والأجسام المضادة من عدمه حتى ولو كان فى المحلول كميات قليلة من الفيروس أو آثار منه. نتائج التفاعل لا تظهر فى صورة راسب ولكنها تعرف بطريقة غيرمباشرةتعتمد على أن اتحاد الأنتجين مع الأجسام المضادة يوقف تفــاعل آخر وهو تحلل كرات الدم الحمراء للأغنام بواسطة المصل المضـاد المتحصل عليه نتيجـة لحقـن الأرانب بدم الأغنام . يطلق على المصل المضاد لكرات الدم الحمراء اسم محلل كراتالدم الحمراء haemolytic amboceptor . تحلل كرات الدم الحمراء يتم عند وجود عنصرين أساسيين :

١ — الأجسام المضادة لكرات الدم الحمراء .

٢ — مرافق أو مكمل وهو مادة غير متصصة لا تتحمل درجات الحرارة المرتفعة وتوجد فى سيرم الدم .

إتحاد الانتجين بالاجسام المضادة يعمل على تثبيت المادة المكملة . كلما زادت كمية الأنتيجين والأجسام المضادة المتفاعلة كلما زادت كمية المادة المكملة المثبته أو المرتبطة .

عند إضافة كرات الدم الحمراء ومحلل كرات الدم الحمراء إلى أنبوبة تحتوى

على خليط الأنتجين والمصل المضاد والمادة المكملة فان درجة تحلل كرات الدم الحمراء يختلف باختلاف كمية المادة المكملة الحرة والتي لم يحدث لها تثبيت أو إرتباط . لا يحدث التحلل إطلاقا إذا حدث تثبيت كلى للمادة المكملة .

يدخل فى التفاعل ١ — الأنتجين الفيروسى . ٢ — المصل المضاد للفيروس بعد تعريضه لدرجة ٥٦° م لتثبيط المكمل . ٣ — كرات الدم الحمراء للأغنام والمغسولة فى محلول فسيولوجى . ٤ — محلل كرات الدم الحمراء أو المصل المضاد بعد تعريضه لدرجة ٥٦° لتثبيط المكمل . ٥ — مكمل قياسى مأخوذ من مصل طازج لخنازير غينيا .

عند إجراء هذا التفاعل يخلط أولا الأنتيجين الفيروسى مع الأجسام المضادة له ثم تضاف كمية معلومة من المادة المكملة يوضع المخلوط على درجة ٣٧° لمدة ساعة حتى يتحد الأنتجين مع الاجسام المضادة له ويحدث تثبيت للمكمل ، ثم تضاف كرات الدم الحمراء ومحلل كرات الدم الحمراء . يوضع المخلوط مرة أخرى على درجة ٣٧° م . بعد فترة من الزمن يحدد درجة تحلل كرات الدم الحمراء عن طريق درجة تلون المحلول بالهيموجلوبين . إذا كان تركيز الانتجين عالى نسبيا والمكمل قد ثبت كليا فان المخلوط سوف يظل عديم اللون فى حاله غياب الانتجين فإن المخلوط يتلون باللون الاحمر (هيموجلوبين) . عند وجود كميات بسيطة من الانتجين فان درجة تلون المخلوط تختلف .

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق حساسية بالنسبة لبعض الفيروسات النباتية ولكنها لا تستخدم بكثرة لصعوبتها .

توجد بعض الطرق الأخرى التى نادرا ما تستخدم مع الفيروسات النباتية ومنها إختبار الحساسية anaphylaxis .

المجاميع الانتيجينية للفيروسات

التركيب الانتيجينى للفيروسات معقد جدا . سلالات الفـيروس الواحد وكذلك الفيروسات المتقاربة تملك مجاميع محددة انتيجينية متشابهه كما يملك كل منها أيضا مجاميع انتيجينية خاصة به عن طريقها يمكن تمييزهم سيرولوجيا .

المصل المحضر لانتيجين معين وليكن مثلا لسلاله معينه لفـيروس ما يطلق عليه homologous antiserum وذلك بالنسبة للانتيجين الذى حضر من أجله هذا المصل المضاد . المصل المضاد المحضر لانتيجين آخر قريب للانتيجين الأول أو لايمت إليه بصله قرابة يطلق عليه heterologous antiserum ،أما اصطلاح التفاعل التبادلى cross reaction فيطلق على التفاعل الذى يتم بـين انتيجين وأجسام مضادة فى مصل مضاد محضر لانتيجين آخر heterologous antiserum إذا تفاعل المصل المضاد المحضر لفيروس A مع فيروس B فهذا يعنى أن بعض المجاميع الانتيجينية الموجودة على سطح الفيروس B متشابهة مع المجاميـع التى تقابلها عـلى سطح الفيروس A ويعرف هـذين الفيروسين بأنهمـا متقاربان سيرولوجيا .

نفترض أنه يوجد عـلى سطح انتيجين ما مجموعتان محـددتان انتيجينيتـان antigenic determination groups ولتكن B و A . المصل المضاد لهذا الانتيجين لابد وان يحتوى عـلى أجسام مضادة خاصة للمجموعة A وأجسام مضادة أخرى خاصة للمجموعة B . إذا وجد فيروسان ولم يتفـاعـل أى منهما مع المصل المضاد المحضر للفيروس الآخر يمـكن القول أنه عـلى سطوح هـذين الفيروسين لا توجد مجاميع انتيجينية متشابهة لهـا القـدرة عـلى تشجيـع انتـاج

أجسام مضادة فى جسم الحيوان تشترك فى التفاعل التبادلى . يطلق عـــلى هذين الفيروسين أنهما غير قريبين سيرولوجيا .

إذا إرتبط أحد الفيروسات مع كل الاجسام المضادة الموجودة فى المصـل المضاد المحضر لفيروس ثانى ، وأرتبط الفيروس الثانى مع كل الاجسام المضاده الموجودة فى المصل المضاد المحضر للفيروس الأول فانه يطلق عـــلى مثل تلك الفيروسات أنها متطابقة سيرولوجيا .

إذا تشابهت بعض المجاميع الانتيجينية الموجودة على سطح أحد الفيروسات مع مثيلتها على سطح فيروس آخر ، فان كل فيروس سوف يتفاعل بدرجة مـا مع المصل المضاد للفيروس الآخر . ونظرا لاحتواء كل فيروس على مجاميـــع أنتيجينية أخرى خاصة به فان المصل المضاد لأى منهما سوف يحتوى على أجسام مضادة أخرى لها القدرة على أن تتفاعل فقط مع الفيروس الذى أدى إلى تكوينها. وعلى هذا الأساس يمـكن أن توجد درجات مختلفة من القـرابة السيرولوجية . وطريقة الإمتصاص المتبادل cross absorption test هى الطـريقة الأساسية التى يمكن إستخدامها لاظهار مدى الاختلافات فى درجه القرابة السيرولوجية .

ولإيضاح ذلك ببساطـة نفترض ان لفيروس ما سلالتين يحتويان عـــلى مجاميع انتيجينية متشابهه وأخرى مختـلفة . التركيب الانتيجينى للسلالة الأولى يمـكن التعبير عنه بالحروف X , Y والسلالة الثانية بالحروف X , Z . نتيجة لذلك فان المصل المضاد للسلالة الأولى لابد وأن يحتوى على الاجسام المضـادة Y_1 ، X_1 ، بينما المصـل المضاد للسلالة الثانية لابد وأن يحتوى على الاجسام المضادة Z_1 ، X_1 . لو خلط المصل المضـاد للسلالة الثانية بأنتيجين السلالة الأولى فان الاجسام المضادة X_1 سوف ترتبط بالفيروس مـكونة راسب .

بينما الأجسام المضادة Z_1 سوف تظل حره فى المخلوط وذلك لغياب المجاميع الانتيجينية Z . لو فصل الراسب باستخدام قوى الطرد المركزية وأخذ المحلول الرائق أضيف إليه انتيجين السلالة الثانية فان الاجسام المضادة الحره Z_1 والموجودة فى المحلول سوف تتفاعل مع انتيجين السلالة الثانية مؤدية إلى تكوين راسب جديد .

أوجه إستخدامات الطرق السيرولوجية

١ ـ تعريف الفيروسات :

عند وجود الإمكانيات لتحضير أمصال مضادة للعديد من الفيروسات المختلفة فإنه يمكن بواسطة الطرق السيرولوجية التعرف بسهولة وسرعة على الفيروس فى فترة وجيزة لا تتعدى أجزاء من الدقيقة بعكس الطرق البيولوجيه التى تحتاج إلى وقت طويل ومجهود كبير وأدوات خاصة . ولهـــذا تنتشر طريقة التشخيص السيرولوجى انتشارا كبيرا ، كما يمكن بواسطتها الكشف عن الاصابات الكامنة . وتستخدم هـذه الطريقة بنجاح فى الحصول عـــلى تقاوى بطاطس خـــالية من الفيروس .

٢ ـ تقسيم الفيروسات إلى مجاميع سيرولوجية :

باستخدام الطرق السيرولوجية يمكن تقدير درجة القرابة بين الفيروسات التى تعطى أعراضا مختلفة على النباتات وحتى بين الفيروسات التى لا تشترك مع بعضها فى عائل نباتى عام . وبالتالى أمكن وضع الفيروسات القريبة سيرولوجيا فى مجاميع منفصلة . كما يمكن استخدام هذه الطرق أيضا لاثبات أن الأعراض المتشابهة لمرضين تتسبب عن فيروسات غير قريبة سيرولوجيا .

٣ — تقدير درجة العلاقة بين سلالات الفيروس .

٤ — دراسة إنتشار المرض داخل النبات وتقدير تركيز الفيروس .

٥ — تنقية الفيروسات وكذلك فى الكشف عن مدى نقاوة التحضير الفيروسى .

٦ — معرفة أماكن وجود الفيروس فى الخليه .

ويتم ذلك فى بعض الحالات باستخدام أجسام مضادة مرتبطة بجزيئات ذات خواص فلوروسنتيه، وباستعمال هذه الطريقة أمكن معرفة أن بروتين فيروس موزايك الدخان يتراكم فى السيتوبلازم ولا يوجد فى النواه .

الفصل الثامن

التعرف على الأمراض الفيروسية والفيروسات المسببه لها

التعرف على الفيروسات المسببة للأمراض النباتية من العمليات المعقدة ، وحتى إذا ما كان من المؤكد إصابة نبات ما بمرض فيروسى فانه يلزم أيضا التوصل إلى ما إذا كان المسبب فيروس واحد أو أكثر من فيروس، ولذلك فان هناك بعض الخطوات التى يجب التأكد منها حتى يتم التعرف على الفيروسات المسببة .

اولا : التعرف على الامراض الفيروسية Detection :

إذا أصيب النبات بأى مرض وكان المسبب كائن آخر غير الفيروس فان المسبب نفسه يمكن أن يوجد فى أو على أنسجة العائل المصاب ويمكن فحصه ميكروسكوبيا . إذا كان المسبب فيروس فان الجزيئات الفيروسية لايمكن رؤيتها بالميكروسكوب الضوئى (بالرغم من أن بعض الاجسام أو البللورات المحتوية على الفيروس قد تشاهدفى الخلايا المصابه) . فحص قطاعات من الخلايا المصابه أو فحص العصير الخام المستخلص من نباتات مصابة بالفيروس تحت الميكروسكوب الالكترونى قد تكشف عن الجزيئات الشبيهه بالفيروس وقد لا يمكن ذلك ، فجزيئات الفيروس ليست دائما من السهولة أن تلاحظ تحت الميكروسكوب الالكترونى . وحتى فى الحالات النادرة التى يمكن فيها إزاحة النقاب عن مثل هذه الجزيئات فان البرهان على أن هذه الجزيئات عبارة عن الفيروس وإن هذا الفيروس هو المسبب للمرض يحتاج إلى تأكيدات أخرى .

قليل من أمراض النبات الفيروسية يمكن التعرف عليها بشيء من التأكيد، أى يمكن القول بأن مسببها فيروس، إلا أن هناك عديدا من الأعراض التى تسببها الفيروسات قد تتشابه مع تلك الناشئة عن الطفرات، أو نقص العناصر الغذائية أو العوامل البيئية عموما ، أو التوكسينات، أو إفرازات الحشرات، أو كائنات مرضية غير الفيروس أو عوامل أخرى . بناءا على ذلك فانه فى عديد من أمراض النبات الفيروسية يلزم التأكد من أن المسبب عبارة عن فيروس وهذا يستلزم إستبعاد أى احتمال آخر يمكن أن يسبب المرض ، كذلك يستلزم نقل الفيروس من النبات المصاب إلى النبات السليم بطريقة تستبعد معها نقل أى مسبب آخر .

يمكن التأكد من المسبب المرضى إذا ما وضعنا فى الاعتبار ما يلى : —

(ا) من المعتاد إعتبار ان المسبب المرضى هو فيروس إذا ما أمكن نقله بطريقة ما إلى النبات العائل وأعطى أعراضا مثل التى يعطيها الفيروس . فى معظم الحالات ثبت أن ذلك صحيحا بواسطة إختبارات تأكيدية ، ولكن أحيانا يكون ذلك خطأ . فعلى سبيل المثال وصف مسبب مرضى منذ مدة وأعطى اسم beet latent virus وظهر إسمه كفيروس فى الابحاث المختلفة ، وقد أعتبر المسبب فيرس نتيجة للاعتقاد إلى حد كبير على أن المسبب يوجد بدون أعراض فى البنجر ويعطى بقعا على اللوبيا وبعض النباتات الأخرى عند عدواها ميكانيكيا بالعصارة النباتية الغير مرشحة ، ثم ثبت أخيراً (عام ١٩٦١) ان المسبب ليس فيروسا وإنما بكتريا *Pseudomonas aptata* .

(ب) ظهور الأعراض المرضية بعد التطعيم أو العدوى الميكانيكية يدل على أن المرض لا يمكن أن يكون ناشىء عن طفرة فى النبات ولا يمكن ان يكون راجع إلى عوامل بيئية، ولكن لا يستبعد إحتمال اشتراك البكتريا أو الفطريات أو وجود مواد سامه .

(ج) للتأكد من عدم وجود أى كائن آخر ممرض فانه تستخدم بيئات صناعية ودراسة مدى وجود كائنات ممرضة يمكن انمائها عليها، كذلك يستخدم الفحص الميكروسكوبى للنسيج المصاب والعصارة النباتية للنبات المصاب حيث أن الكائنات المسببة للامراض باستثناء الفيروس يمكن مشاهدتها بالميكروسكوب الضوئى .

(د) يرشح عصير النبات المصاب خلال مرشحات تحجز البكتريا فإذا بقى العصير بعد ذلك معديا فيعتبر ان هناك فيروسا موجودا وكذلك قد توجد مسببات أخرى يمكنها المرور من المرشحات .

(هـ) يفرق بين الفيروسات والتوكسينات أو أى عوامل أخرى غير حية يمكنها أن تسبب خللا فسيولوجيا عند نقلها إلى النباتات الأخرى على أساس إجراء عديد من عمليات العدوى (نقل الفيروس) المتتالية من نبات إلى آخر، وبالتالى فأى مادة سامة قد تكون موجودة فى النبات الأصلى المصاب فانها سوف تخفف بدرجة كبيرة لا يمكنها معها إحداث أعراض فى اختبارات العدوى المتتالية. إستمرار الأعراض فى الظهور على النباتات يدل على وجود الفيروس.

(و) الطرق الحديثة من تنقية Purification واستخدام الميكروسكوب الالكترونى والاختبارات السيرولوجية كلها طرق تستخدم فى الكشف عن وجود الفيروس، ولكن تنقية الفيروس لاتجرى عادة ما لم يثبت بالطرق الأخرى وبشكل قاطع ان المرض ناشىء عن فيروس . تنقية الفيروسات ليست سهلة انما يلازمها بعض الصعوبات، لذلك فان عددا قليلا نسبياً من الفيروسات المعروفة قد تم تنقيتها .

الطرق السيرولوجية تستخدم فى الكشف والتعرف على الفيروسات فى

النباتات ، وبالاضافة إلى أنها طريقة سريعة فانها تستخدم عمليا فى الكشف عن الفيروسات فى النبات الأم وفى الدرنات وغيرها من النباتات المستخدمة لانتاج نباتات خالية من الفيروس ، إلا ان الصعوبة الأساسية فى استخدام الطرق السيرولوجية ترجع إلى انها تستخدم فقط فى الكشف عن الفيروسات التى درست جيدا وعن الفيروسات التى يمكن الحصول على الأمصال المضاده **antisera** الملائمة لها .

ثانيا : التعرف على الفيروس Identification :

بعد التأكد من أن المسبب المرضى هو فيروس، فان هناك بعض الاختبارات التى يلزم اجراءها للتعرف على الفيروس .

عموما فان التعرف على الفيروس يقوم على أساس دراسة المدى العوائلى للفيروسات ، والأعراض التى يعطيها على النباتات المختلفة، وطرق الانتقال ، وخواص الفيروس فى العصارة المعدية ، والصفات الكيماوية والطبيعية للجزىء الفيروسى ، والصفات السيرولوجية والوقاية المتبادلة.

فيما يلى بعض النقاط التى يجب وضعها فى الاعتبار : —

(أ) نقل الفيروس إلى أنواع عديدة من العائل قد تكون كافية لوضع الفيروس فى احدى المجموعات الكبيرة والعديدة مثل الموزايك mosaic ،أو الاصفرار yellows أو البقعه الحلقية ringspot .

(ب) دراسة المجال العوائلى host range للفيروس ونوع الأمراض الناتجة قد تساعد فى التفرقة بين هذا الفيروس وبين العديد من الفيروسات داخل كل مجموعة .

(ج) دراسه طريقة النقل سوف تشير إلى ما إذا كان الفيروس ينتقل ميكانيكيا وإلى أى عائل أو ينتقل بواسطةالحشرات ونوع الحشرهوهكذا ،وكل صفة جديدة يمكن التوصل إليها سوف تساعد فى تحديد صفات الفيروس .

(د) إذا كان الفيروس ينتقل ميكانيكيا فان هناك عديد من صفات الفيروس التى عن طريق معرفتها قد تؤدى إلى تضييق احتمالات التعرف على الفيروس ،ومن هذه الصفات درجة الحرارة المميته والتعمير *in vitro* ودرجة التخفيف النهائية .

(ه) إذا ما أمكن التكهن بنوع الفيروس فقد تجرى اختبارات الوقاية المتبادلة والسيرولوجى،فاذا كانت النتيجة إيجابية فانه يمكن اجراء فحص تجريبى بالميكروسكوب الالكترونى ، ويدرس التداخل مع بعض الفيروسات الأخرى ، كذلك تعدى به أصناف عوائل أخرى .

و — التعرف على الفيروسات التى لا تنتقل ميكانيكيا يجب أن يقوم أساسا على الأعراض والمجال العوائلى والتأكد من الحشرة الناقلة (إذا كانت معروفة) والعلاقه بين الحشرة والفيروس . إذا كان النقل يعتمد على تضاعف الفيروس داخل الحشرة فان إجراء اختبار الوقاية المتبادلة داخل الحشرة يكون مفيدا .

(ى) إذا كانت الطريقة الوحيدة المعروفة للنقل هى التطعيم فيمكن فى بعض الحالات إجراء اختبار الوقاية المتبادلة .

بالنسبة للفيروسات الجديدة أو الغير شائعة فقد تجرى كل الاختبارات السابقة أو العديد منها ، اما بالنسبة للفيروسات الشائعة فى الطبيعة فان التعرف العملى على الفيروس قد يتم عن طريق الاعراض المثالية التى ينتجها على العائل أو على أى عائل آخر يعتبر كدليل indicator ،أو بواسطة الاختبارات

السيرولوجية الخاصة بالفيروس المتوقع، أو بالتعرف على الحشرة الناقلة المتخصصة، أو عن طريق الفحص بالميكروسكوب الالكتروني لعصير النبات . فمثلا إذا أعتقد أن الفيروس الغير معروف هو فيروس موزايك الدخان فاننا فى هذه الحالة قد نترك بعض الخطوات بدون اجرائها وتكون الخطوة الأولى هى دراسة التفاعل بينه وبين المصل المضاد له، فاذا حصلنا على تفاعل قوى تجرى بعض التأكيدات مثل عدوى أنواع مختاره من النباتات، وتقارن الاعراض على أصناف الدخان التى يصيبها كيانيا والتى يعطى عليها بقعا محلية ، وتقدر له درجة الحرارة الفاقدة لنشاطه ... الخ .

ثبت حديثا وجود أنواع من الفيروسات غير ثابتة والتى تخلو من الغلاف البروتينى الخاص بها وتختلف هذه الأنواع عن الفيروس الأصلى فى درجة الثبات — التفاعل مع العائل — الانتقال — الشكل المورفولوجى . ونظرا لأن هذه الأنواع خالية من البروتين فانها لا تكون أجسام مضادة عند حقنها فى الحيوانات ، وتتبع طرق خاصة فى التعرف عليها .

ثالثا : الكشف على فيروسين أو أكثر مسببين للمرض النباتى وفصلهم:

عديد من الأمراض النباتية تكون نتيجة لإصابة النبات بفيروسين أو أكثر ولذلك فعند الكشف عن المرض النباتى يجب أن نفترض دائما أنه ناشىء عن مجموعة من الفيروسات ، فاذا ثبت أن ذلك صحيحا فيجب العمل على فصل كل فيروس على حده والتعرف عليه ، وهناك طرق عديدة تتبع فى مثل هذه الحالات، بعضها معقد وليس فى متناول كل دارس، وفيما يلى بعض الخطوات والخطوط الرئيسية التى قد يمكن إتباعها أو التحوير فيها على حسب ظروف كل حالة .

١ - إثبات أن مسبب المرض أكثر من فيروس :

يراعى فى ذلك ما يلى :

(أ) فى بعض الحالات فان الفحص الدقيق للنباتات المصابة قد يدلنا على وجود أكثر من فيروس ، فمثلا قد يوجد على النباتات المصابة عرضين مرضيين (أو أكثر) واضحين ومحدودين ، كذلك فمن طريق الفحص الميكروسكوبى للنبات المصاب قد نجد نوعين (أو أكثر) مميزين للأجسام الداخلية .

(ب) إذا كان النبات المصاب منزرعا فى صوبة زجاجية يجرى العمل فيها بفيروسات محددة ومحدودة العدد فإنه فى هذه الحالة قد يمكن إجراء إختبارات بالطرق السيرولوجية أو بعدوى النباتات المشخصة لهذه الفيروسات للتأكد من وجود أكثر من فيروس .

(ﺟ) عموما فهناك إختبارات أولية يجب إجراؤها للكشف عن وجود أكثر من فيروس فى النبات وذلك عن طريق نقل العدوى من النبات الأصلى المصاب إلى أنواع عديدة للنباتات المختلفة على أن يتم العدوى بواسطة عديد من الطرق المختلفة وبتخفيفات متعددة للعصير . بعد حوالى أسبوعين أو ثلاثة يعاد عدوى أنواع سليمة من النبات الأصلى ، وتجرى العدوى من الأوراق التى تم عدواها وكذلك من الأوراق التى لم تعدى على نفس النبات ، فإذا كان النبات الأصلى مصابا بفيروس واحد فإنه عند إعادة العدوى سوف تظهر نفس الأعراض ، أما إذا لم تظهر نفس الأعراض الأصلية فمعنى هذا وجود أكثر من فيروس .

٢ - فصل الفيروسات عن بعضها من النبات المصاب :

بعد التأكد من أن المسبب المرضى أكثر من فيروس فإنه يجب فصل كل

فيروس على حده والتعرف عليه ، ويراعى فى عملية الفصل مايلى :ـ

(أ) الفصل باستخدام عوائل مختلفة :

إذا ما نقلت العدوى من النبات الأصلى إلى عديد من الأنواع النباتية (باستخدام طرق عدوى مختلفة وتخفيفات متفاوته من العصارة) فإن هناك إحتمالا لما يلى :

١ — أن يوجد نوع نباتى قابل للعدوى بفيروس واحد ومنيع للاخرين ، وفى هذه الحالة يسهل فصل هذا الفيروس .

٢ — أن يوجد نبات إختبار يصاب كيانيا بفيروس واحد فى حين أن باقى الفيروسات تتمركز فى الأوراق (تعطى بقعاً محلية مثلا) وفى هذه الحالة يعزل الفيروس من الأوراق الغير معداه .

٣ — أن يصاب نبات إختبار ما جهازيا بجميع الفيروسات ويكون هذا العائل مفيداً إذا كانت الفيروسات تتحرك بداخله بنسب مختلفة وعلى هذا قد يمكن فصل فيروس ما من القمة النامية أو من أى جزء طرفى آخر على أوقات متفاوتة من وقت إجراء عملية العدوى .

٤ — أن تظهر بقع موضعية محددة ومميزة على نبات إختبار نتيجة للعدوى بعصارة مخففة وفى هذه الحالة فإن إستخلاص بقعة واحدة قد ينتج عنه فصل فيروس أو أكثر من باقى الخليط .

(ب) الفصل باستخدام طرق عدوى مختلفة :

قد يتم الفصل عن طريق إتباع طرق مختلفة فى نقل العدوى، فقد ينتقل واحد منها مثلا بالحامول وآخر ميكانيكيا وثالث بالحشرات .. الخ ويراعى فى ذلك مايلى :

١ — إذا كان فى الخليط فيروس واحد هو الذى ينتقل ميكانيكيا فإنه يسهل الحصول عليه ، أما إذا كان هناك أكثر من فيروس يمكن نقلهم ميكانيكيا فإن إجراء العدوى بتخفيفات متفاوتة يمكننا من فصل فيروس واحد عن الآخرين، وخاصة إذا ما كان هناك أكثر من فيروس يمكن نقلهم ميكانيكيا ولهم نقط تخفيف نهائية متقاربة ،ويكون من المفيد عدوى عديد من النباتات بتخفيفات عالية على أساس أن النقل فى بعض الحالات سوف يقل عن ١٠٪ وعلى ذلك تصاب بعض النباتات بالصدفة بفيروس واحد والبعض الآخر من النباتات يصاب بفيروس آخر .

٢ — إذا كان النقل يتم بواسطة الحشرات فإن ذلك يفيد فى الفصل فقد تنقل الحشرة فيروس واحد إلى أحد النباتات ، وإذا كانت الحشرة تنقل أكثر من فيروس فإن إجراء عمليات النقل المتتابعة بواسطة الحشرات إلى عوائل مختلفة قد ينتج عنه إصابة نبات ما بفيروس معين وإصابة نبات آخر بفيروس مخالف ، كذلك فإن هناك إختلافات فى العلاقة بين الفيروس والحشرة الناقلة ، وهذه يمكن الاستفادة بها فى عملية الفصل .

(حـ) الفصل باستخدام معاملات تؤثر على ثبات الفيروس:

قد تختلف الفيروسات الموجودة فى الخليط فى درجة ثباتها وهذه يمكن إستغلالها بالعمل على التخلص من فيروس أو أكثر من الخليط كما يلى :-

١ — تسخين العصارة المعدية على درجات حرارة مختلفة.

٢ — ترك العصارة على درجة حرارة المعمل فترات متفاوتة .

(وذلك بالاضافة إلى ماسبق من إستخدام تخفيفات مختلفة للعصارة) .

(د) الفصل باستخدام طرق أخرى :

١ — فى أثناء خطوات العمل السابقة قد يتم التعرف على فيروس أو أكثر وفى هذه الحالة يمكن ترسيب مثل هذه الفيروسات من الخليط بواسطة المصل المضاد إن وجد .

٢ — أحيانا قد يمكن إستخدام بعض المواد الكيماوية على أساس أن تأثير هذه المواد يختلف من فيروس لآخر ، فمثلا يختلف فيروس موزايك الدخان وفيروس البقعة الحلقية فى الدخان tobacco ringspot virus فى مدى مقاومتها للفينول وبرمنجنات الصوديوم . الفيروس الأول يثبط باستخدام الفينول بتركيز ٤٪ بعكس الثانى ، فى حين أن برمنجنات الصوديوم بتركيز ½٪ تثبط الثانى بعكس الأول الذى لا يتأثر بها كثيراً . كذلك فإن فيروس × البطاطس يثبط تحت الظروف الحامضية فى حين أن فيروس موزايك الدخان يثبط تحت الظروف القلوية .

٣ — فى بعض الحالات قد تستغل ظاهرة أن عصارة بعض النباتات تحتوى على مواد مثبطة inhibitors تؤثر بدرجات متفاوتة على الفيروسات المختلفة فمثلا عصارة نبات *Mentha piperita* لها تأثير مثبط واضح على فيروس potato calico (إحدى سلالات alfalfa mosaic virus) ولكن ليس لها هذا التأثير على فيروس الشجيرة القزمية فى الطماطم tomato bushy stunt virus

٤ — هناك عديد من الطرق الأخرى المستخدمة فى فصل الفيروسات عن بعضها مثل الترشيح خلال أغشية بها ثقوب مختلفة الأقطار ومثل تلك الطرق المبنية على الخواص الكيماوية والطبيعية مثل :

ion exchange chromatography , continuous free - flow

electrophoresis, sucrose density gradient centrifugation, zone electrophoresis,....

رابعا : التأكد من فصل جميع الفيروسات :

بعد فصل الفيروسات المختلفة فإنها تخلط مع بعضها ويستخدم العصير فى عدوى أصناف من العائل الأصلى فإذا أنتجت أعراض مخالفة للأعراض الأصلية فهذا قد يعنى فقد فيروس أو أكثر من مخلوط الفيروسات الأصلى ، وبالتالى يجب إعادة عمليات الفصل باتباع خطوات عمل أخرى أو قد يلزم إجراء مزيد من عمليات الفصل . إذا نتجت نفس الأعراض الأصلية بعد عدوى العائل الأصلى فهذا يعنى أنه قد تم فصل الفيروسات المختلفة ، مع ملاحظة أنه من الجائز فى أثناء العمل أن الذى فصل هو سلالة أو أكثر موجودة بنسبة ضئيلة فى المخلوط الأصلى ، كذلك من الجائز أن يكون هناك فيروسين من الصعب فصلهما وهناك بعض الاعتبارات الأخرى التى لا تهم إلا المتخصصين .

العديد من أمراض الإصفرار والتقزم وغيرهما تسببها mycoplasma وليس فيروس والتعرف على الميكوبلازما والتفرقة بينها وبين الفيروس تلزم طرق خاصة كالفحص بالميكروسكوب الالكترونى للحاء النباتات ودراسة تأثير مشتقات مجموعة التراسيكلين tetracycline إذ أن هذه المواد تؤثر على الميكوبلازما ولا تؤثر على الفيروس ، وهذا بجانب بعض الطرق الأخرى .

الفصل التاسع

مقاومة أمراض النبات الفيروسية

Control of plant virus diseases

مقاومة أى مسبب مرضى هدف يجب العمل على تحقيقه بأى وسيلة ، وفى الوقت الذى أمكن فيه مقاومة العديد من أمراض النبات الفطرية والبكتيرية بنجاح فان مقاومة الأمراض الفيروسية مازال يعتريها الكثير من الصعاب .

نظرا لارتباط الفيروسات ارتباطا كاملا بخلايا النبات وطريقة تطفلها الفريده فانه حتى وقتنا الحالى لاتوجد طريقة مباشرة لمقاومة أمراض النبات الفيروسية . إن كل الطرق المستخدمة تستهدف تقليل مصادر العدوى داخل المحصول أو خارجه والحد من إنتشار الفيروس بواسطة الحشرات وكذلك العمل على تقليل تأثير الاصابة الفيروسية على المحصول ، وعامة تتلخص طرق المقاومة فى التالى :-

١ - الحجر الزراعى Plant Quarantine

يشمل كلا من الحجر الزراعى الدولى والداخلى وللحجر الزراعى تشريعات وقوانين تحكمه . يوجد حجر دولى فى مصر على بعض النباتات مثل الموالح وقصب السكر وغيرها . كما أن هناك حجر زراعى داخلى على الموز والتدهور السريع فى الموالح وغيرها . وللاسف يوجد العديد من العوامل التى تقلل من فاعلية الحجر الزراعى ومنها على سبيل المثال وجود بعض العوائل المصابة بدون ظهور أعراض عليها وكذلك وجود فترة الحضانة التى تلى الاصابة وغياب أعراض ظاهرة فى حالة البذور والدرنات والعقل والبلابل والشتلات .

٢ – التخلص من مصادر العدوى

Removal of sources of infection

التخلص من الحشائش والعوائل الثانوية للفيروس تعمل على تقليل مصادر العدوى، وقد تجدى هذه الوسيلة فى حالة الفيروسات التى تصيب عددا قليلا من العوائل، أما إذا كان الفيروس يصيب عددا كبيرا من العوائل المختلفة مثل فيروس موزايك الخيار فان هذه الوسيلة لا يمكن اتباعها .

إن متبقيات النبات فى التربة قد تحمل فيروسا من الفيروسات ينتقل ميكانيكيا وبالتالى تعمل كمصادر عدوى للمحصول التالى وعلى هذا فان التخلص من بقايا العائل ضرورى لمقاومة الفيروسات الثابتة مثل فيروس موزايك الدخان وخاصة عندما تزرع المحاصيل القابلة للاصابة به سنويا فى نفس المنطقة .

فى بعض الحالات تعمل النباتات المصابة داخل المحصول المنزرع كمصدر للعدوى كما فى حالة البطاطس مثلا وفى مثل هذه الحالات يجب إزالة النباتات المصابة مبكرا .

٣ – إستخدام بذور خالية من الفيروس

Virus free seed

إن إنتقال الفيروس خلال البذور تعتبر طريقة من طرق انتشاره الهامة حيث أنها تسمح بظهور المرض فى الحقل خلال الاطوار المبكرة لنمو النباتات وبالتالى تعمل كمصادر عـــدوى لانتقال الفيروس إلى النباتات الاخرى وهى مازالت صغيرة .

إذا كانت البذور المصابة هى المصدر الأساسى للفيروس وكان من الممكن أن تزرع النباتات فى أماكن يمكن عزلها إلى حد معقول عن مصادر العدوى الخارجية

فان إستخدام بذور خالية من الفيروس أو بذور ذات نسبة اصابة ضئيلة تكون فى مثل هذه الحالات وسيلة فعالة فى المقاومة .

عامة فى كل الأحوال يجب أخذ بذور التقاوى من النباتات السليمة ذات الصفات المطابقة للصنف المزروع .

٤ - الحصول على أجزاء خضرية خالية من الفيروس

Virus free vegetative stocks.

من المعروف أن الفيروسات التى تسبب أمراضا جهازية لها القدرة على البقاء داخل الاجزاء الخضرية للنباتات طالما بقيت هذه النباتات حيه .

تظل النباتات المعمرة مصابة طيلة حياتها إذا ماحدث لها عدوى بالفيروس وتنتقل الاصابة إلى الأجيال التالية إذا ماتم تكاثر هذه النباتات خضريا . بمعنى آخر فان المصدر الأساسى للفيروس بالنسبة للنباتات التى تتكاثر خضريا هو نفس النبات إذا كان مصابا . وبالتالى فان نجاح المقاومة فى تلك الحالة تعتمد على الحصول على أجزاء خضرية خالية من الفيروس من الاصناف التجارية المرغوبة وإكثارها تحت ظروف لاتسمح باصابتها بالفيروس لاستخدامها على نطاق تجارى ولاجراء ذلك يلزم مايلى :-

(أ) التعرف على الأجزاء النباتية الخالية من الفيروس :

إن الاعتماد على الأعراض الظاهرية يعتبر غير كافيا عند أختيار النباتات التى تستعمل كنواه للاكثار وهناك طرق أخرى عديدة تستخدم لهذا الغرض منها العدوى الميكانيكية للنباتات الداله ، التطعيم ، الأختبارات السيرولوجية والفحوص التشريحية والميكروسكوب الالكترونى وغيرها . يتوقف نوع الطريقة المستخدمة على نوع العائل وعلى الفيروس. بالنسبة لكثير من الفيروسات وخاصة التى تصيب

النباتات الخشبية فان إجراء عملية التطعيم لأحد أو عدد من النباتات الدالة يعتبر ضروريا ونظرا لأن توزيع الفيروس خلال الشجرة قد لايكون منتظما وخاصة فى الأطوار الاولى بعد الاصابة فانه يجب إعادة هذه العملية فى مواسم متتالية حتى يمكن التأكد من خلو الشجرة من الفيروس .

(ب) الحصول على نباتات خاليه من الفيروس:

قد تؤدى عمليات الكشف عن الفيروس إلى وجـــود نباتات سليمة وسط النباتات المصابة وهذه تستخدم فى عمليات الاكثار . أما إذا كان جميع النباتات مصابة وتعذر الحصول على نباتات خالية طبيعيا من الفيروس فيمكن إستخدام الطرق التالية لتخليص النباتات المصابة أو أجزاء منها من الفيروس :

١ ـ العلاج بالحرارة Heat therapy :

تعتبر من الطرق المفيدة لتخليص النباتات من الفيروس حيث يمكن تثبيط عدد كبير من الفيروسات داخل النبات باستخدام الحرارة المرتفعة . تتم المعاملة الحرارية بالماء الساخن على النباتات النامية أو الساكنة مثل الدرنات وعقل قصب السكر وغيرها . غالبا مايستخدم الماء الساخن على ٣٥ - ٥٤°م لعدة دقائق أو ساعات فى معاملة النبـــاتات الساكنة. أما الهواء الساخن ٣٥ - ٤٠°م لعدة أسابيع فيستخدم فى معاملة النباتات النامية .

٢ ـ مزارع الأنسجة المرستيمية الطرفية Meristem tip - culture :

إن الفكرة الأساسية فى مزارع الأنسجة هى إستخدام القمة النامية الخالية من الاصابة الفيروسية والتى تشمل عادة الجزء الطرفى من النبات الذى يحتوى على المرستيم القمى apical meristem مع الزوج الأول من مبادىء الأوراق

وتنميتها على بيئات مغذية خاصة تحت ظروف معقمه حتى تنمو إلى نبات كامل، باتخاذ الاحتياطات اللازمة ممكن نقل هذا النبات إلى الجو العادى وزراعته تحت الظروف الطبيعية و إستخدامه كنواة خالية من الاصابة الفيروسية .

يلزم أحيانا لنجاح هذه الطريقة أن تعامل النباتات مسبقا بالحرارة قبل قطع المرستيم القمى وتنميته على البيئة وذلك فى حالة الفيروسات التى تنتشر بسرعة فى أنسجة النبات وتصل إلى قمته النامية . فى بعض الحالات يضاف إلى البيئة المغذية مواد مثبطة لتكاثر الفيروس مثل 2,4 - D و 2 - thieuracil

(ج) المحافظة على النباتات الخاليه من الفيروس :

يجب العمل على إكثار النباتات الخالية من الفيروس المتحصل عليها تحت ظروف لاتسمح باصابتها مرة أخرى مع التأكد من قيمتها الزراعية ومطابقتها للصنف الأصلى. يتم إكثار تلك النباتات للاستعمال التجارى تحت إشراف أفراد مدربين لمراعاة النباتات وملاحظة مظاهر نموها والتأكد من خلوها من الأمراض الفيروسية . من أوضح الأمثلة على ذلك مايحدث مع البطاطس فى هولندا وبريطانيا وغيرها .

٥ ـ تحوير اجراءات الزراعه والحصاد

Modified planting and harvesting procedures

(أ) تغيير ميعاد الزراعه :

تؤثر الاصابة تأثيرا كبيرا على المحصول وخاصة إذا أصيبت النباتات وهى صغيرة . عموما فكلما تقدم النبات فى العمر كلما زادت مقاومته للاصابة بالفيروسات . بعض الأمراض الفيروسية يرتبط إنتشارها بانتشار الحشرات الناقلة لها وعلى هذا فان إختيار ميعاد الزراعة قد يؤثر على ميعاد ونسبة الاصابة .

إن أنسب ميعاد للزراعة يعتمد على ميعاد هجرة الحشرة فاذا كانت تهاجر مبكراً فان الزراعة المتأخرة تكون أحسن. أما إذا كانت تها جر متأخرا فان الزراعة المبكرة سوف تسمح للنبات بأن ينمو ويكبر قبل أن تتم اصابته . وعلى سبيل المثال وجد أن البطاطس المنزرعة فى اسكوتلندا فى الأسبوع الثالث من مايو تصاب بنسبة عالية بفيروس التفاف الأوراق عنها مما لو زرعت خلال الاسبوع الأول من إبريل وذلك لأن الميعاد الأخير يسمح للنباتات بأن تصل إلى درجة عالية من النضج قبل أن تنشط أو فى الوقت الذى تنشط فيه حشرة المن الناقلة للفيروس .

وفى هولندا يحدد ميعاد تقليع محصول البطاطس المعده لانتاج التقاوى بموعد ظهور المن الناقل لفيروسات البطاطس مع حساب الوقت الذى يلزم للفيروس لكى يمر من الاوراق إلى الدرنات الحديثة بغرض إصابة النبات ، وبذلك يتم تقليع البطاطس بعد ظهور المن بمدة لا تزيد عن ٢ - ٣ أسابيع ، قد تكون الدرنات غير تامة النضج ولكنها تصلح لاستخدامها كتقاوى لخلوها من الأمراض الفيروسية .

إن تغيير ميعاد الزراعة أو الحصاد بالنسبة لأى محصول لايجب أن يقاس فقط بنسبة تقليل الاصابة الفيروسية وانما يجب أن يقاس أيضا بكمية المحصول . فقد تقل الاصابة نتيجة لتغيير ميعاد الزراعة ولكن المحصول الناتج قد يكون منخفضاً . بمعنى آخر إن تغيير ميعاد الزراعة يجب أن يتم فى الحدود التى تسمح بها إحتياجات المحصول من الحرارة والضوء .

(ب) مسافات الزراعة :

إن عدد النباتات المنزرعة فى وحدة المساحة يؤثر على نسبه الاصابة

بالفيروس الذي ينتقل بالحشرات ، فاذا تمكن عدد معين من الحشرات من إصابة ٧٠ ٪ من النباتات الموجودة فى حقل ما فان هذه النسبة ممكن خفضها إلى النصف لو زادت عدد النباتات فى الحقل إلى الضعف، هذا بفرض ثبات العوامل الأخرى .

يجب الأخذ فى الاعتبار أن كثافة الزراعة تؤدى إلى زيادة انتشار الفيروسات التى تنتقل نقلا ميكانيكيا طبيعيا عن طريق الاحتكاك بين النباتات . ولذا فان استخدام الزراعة الكثيفة تتوقف على مسبب المرض وطرق انتشاره .

٦ ـ مقاومة ناقلات الفيروس Control of vectors

(أ) الناقلات الهوائية

ويتم مقاومة الناقلات الهوائية بالطرق الآتية :

١ ـ المبيدات الحشرية :

لقد بدأ فى الوقت الحالى إستخدام المبيدات الحشرية الجهازية على نطاق واسع . وهذه الطريقة قد لاتعطى نتائج فعالة مع الفيروسات المحمولة باجزاء الفم stylet borne بينما قد تقلل الاصابة بنسبة كبيرة فى حالة الفيروسات العابرة أو المتكاثرة فى جسم الحشرة circulative or propagative viruses .

٢ ـ الموانع غير الكيماوية :

تستخدم بعض المحاصيل كموانع لإعاقة حركة الناقل الحشرى إلى المحصول الرئيسى وقد أثبتت هذه الطريقة كفائتها فى بعض الحالات إذ وجد أن تحويط مشتل القنبيط بعدة صفوف من الشعير قللت من إصابة الشتلات بالفيروس بنسبة ٨٠ ٪ .

كما قد تستخدم أيضا شرائط من الألمنيوم aluminium stripes توضع على الأرض بين النباتات فتعمل على طرد المن ويعتقد أن ذلك يرجع إلى الأشعة فوق البنفسجية التى تنعكس عن طريق شرائط الالمنيوم وتعمل كطارد لتلك الحشرات . وقد أدت هذه الطريقة إلى خفض نسبة إصابة نباتات الجلاديولس بفيروس موزايك الخيار بنسبة ٦٦ ٪ تقريبا .

٣ - المقاومة البيولوجية :

قد تلعب مفترسات الحشرات تحت ظروف معينة دورا فى تقليل انتشار الفيروس إلا ان تأثيرها يكون بسيطا إذا ظهرت هذه المفترسات بعد الهجرة المبكرة للحشرة وهى الهجرة المهمة لانتشار الفيروس .

(ب) النيماتودا :

يتم مقاومة الفيروسات التى تنتقل بالنياتودا عن طريق معاملة التربة بالمبيدات النياتودية nematicides وقد وجد أن تدخين التربة مرة واحده بمركب
(dichloropropane dichloropropene) D - D أو PCNB
(Pentachloronitrobenzene) أدت إلى وقاية نباتات الفراولة وقاية كاملة ضد فيروس التبقع الحلقى فى الفراولة وفيروس الحلقة السوداء فى الطماطم اللذان ينتقلان عن طريق *Longidorus elongatus* .

(ج) الفطر :

يقاوم مرض العرق الكبير فى الخس فى الصوب الزجاجية عن طريق معاملة التربة بالمدخنات fumigants ومنها chloropicrin و D - D كما أمكن مقاومة فطر *Olpidium* الناقل للفيروس المسبب باستخدام PCNB بمعدل ٧٠ رطل

للفدان وانخفضت نسبة الاصابة بمرض العرق الكبير فى الخس إلى النصف تقريبا. وقد وجد أن معاملة واحدة ظلت فعالة لمدة سنتين إلا ان نضج النباتات قد تأخر قليلا نتيجة لهذه المعاملة .

(د) الانسان :

يعتبر من أهم العوامل المسببة لانتشار الفيروسات وخاصة التى تنتقل ميكانيكيا مثل فيروس موزايك الدخان وذلك خلال القيام بالعمليات الزراعية المختلفة . وعلى هذا فان إجراءات المقاومة تتضمن الحذر أثناء إجراء العمليات الزراعية مع تطهير الادوات والأيدى بمحلول ٣ ٪ من trisodium orthophosphate

٧ - إستخدام الاصناف المنيعه أو المقاومة أو المحتملة

Immune, resistant or tolerant varieties

تعتبر التربية للمقاومة أو المناعه ضد الفيروس أنسب وأمثل طريقة لمقاومة أمراض النبات الفيروسية وخاصة حينما يمكن نقل الجينات الخاصة بالمقاومة أو المناعة إلى الأصناف التجارية . إن الجينات الخاصة بالمقاومة أو المناعة أو الحساسية الزائدة غالبا ما تكتشف على نبات أو آخر إلا أن عملية إدخالها إلى الأصناف التجارية على أن تظل تلك الأصناف محتفظة بصفاتها الأصلية ليست من السهولة بمكان .

وقد أجريت محاولات عديدة ناجحة فى هذا الصدد بالنسبة لبعض الأمراض ذات الأهمية الاقتصادية . كان قصب السكر يصاب بشده بفيروس موزايك قصب السكر إلى أن أمكن فى جاوة إكتشاف أن أصناف P. O. J. مقاومة للفيروس وقد تم وضع برنامج ناجح للتربية . كما أن كثير من أصناف الفاصوليا قد تم تربيتها للمقاومة ضد مرض الموزايك العادى فى الفاصوليا .

يجب البحث عن أصناف محتملة حينما لاتتوفر مصادر للمقاومة أو المناعة الوراثية .

٨ ـ الوقاية بالسلالات الضعيفة من الفيروس

Protection by mild strains of the virus

إن إصابة النبات بسلالة هادئة من الفيروس تعطى أعراضا ضعيفة عليه قد تحميه من الاصابة بالسلالات الشديده . إقترح البعض استخدام هذه الطريقة فى الحقل وذلك بعدوى النباتات صناعيا بسلالة ضعيفة كطريقة وقائية ضد السلالات الشديدة إلا أن البعض الآخر من العلماء حذر من تطبيقها فى الحقل للاسباب الآتية : —

(ا) أن السلالات الضعيفة تحت أحسن الظروف قد تقلل المحصول بنسبة ٥ — ١٠ ٪ .

(ب) النباتات المصابة تعمل كمصادر عدوى عن طريقها تصاب أنواع أو أصناف نباتية أخرى .

(ج) قد تتحول السلالة الضعيفه إلى سلالة شديدة الضرر فى بعض النباتات نتيجة لتطفرها .

(د) قد يحدث ضررا شديدا نتيجة لاصابة النبات بفيروس آخر مما ينتج عنه تأثير مشترك synergism نتيجة لوجود السلالة الاصلية والفيروس الجديد .

٩ - المقاومة الكيماويه Chemical control

لا توجد مواد كيماوية إلى الآن يمكن استخدامها كمبيدات فيروسية viricides لمقاومة أمراض النبات الفيروسية . تستخدم بعض المواد مثل

سيتوفيرين cytovirin ، ٢ - ثيويوراسيل 2 - thiouracil ، ٨ - أزوجوانين 8 - azoguanine ، كبريتات الزنك ، أخضر الملاكيت ، وكوينهيدرون quinhydrone فى صورة محاليل ترش على المجموع الخضرى أو تغمس فيها النباتات . وقد وجد أن هذه المواد توقف تقدم الأعراض وتقلل من تركيز الفيروس إلا أن النباتات المعاملة قد ترجع إلى حالتها الأصلية بعد نهاية المعاملة. لاتستخدم أى من هذه المواد على نطاق تجارى لمقاومة الأمراض الفيروسية فى الحقل .

هذا وقد وجد أن معاملة المجموع الخضرى للنباتات المصابة ببعض منظمات النمو مثل حامض الجبريليك gibberellic acid كانت فعالة فى تنشيط نمو النبات وزيادة المحصول .

وجد الحادى عام ١٩٦٧ ، ١٩٦٨ ان المعاملات أو المواد التى تعمل على زيادة تمثيل البروتين والأحماض النووية وكذلك على زيادة الكلوروفيل فى خلية العائل تعمل أيضا على تقليل الاصابة وذلك فى حالة النباتات التى تعطى بقعا موضعية مثل *N. glutinosa* وفاصوليا صنف pinto عند عدواها بفيروس موزايك الدخان . من هذه المعاملات استخدام مجموعة السيتوكينينات cytokinins مثل الكينتين kinetin والبنزيل أدينين benzyladenine . كذلك فان عكس الحالة السابقة كان أيضا صحيحا بمعنى أن المواد والمعاملات التى تسبب إصفرارا لأوراق وتقليل تمثيل البروتين والا RNA، أى تدفع النبات إلى الشيخوخة، تزيد من عدد البقع المحلية الناتجة . من هذه المعاملات الحرارة المرتفعة والظلام وبعض المواد مثل chloramphenicol , actinomycin D وذلك إذا ما استخدمت هذه المعاملات أو المواد قبل حدوث الاصابة ، وبالتالى فانه

يبدو أن هناك علاقة عكسية بين تمثيل البروتين والحامض النووى فى الخلية النباتية وبين القابلية للاصابة بفيروس موزايك الدخان فى حالة بعض العوائل التى تعطى بقعا محلية .

هناك بعض المواد الكيماوية الطبيعية التى تتواجد فى النبات أو الحيوان تؤثر على الفيروس. فمثلا يوجد فى أوراق العديد من النباتات وفى عصارة بعض أنواع الفاكهة بعض المواد المثبطة للفيروس , كما يوجد بعضها أيضا فى بعض السوائل الحيوانية كاللبن والدم . هذه المواد قد تكون ذات أثر على فيروس ما فى عائل معين ولكنها تكون عديمة الأثر ضد نفس الفيروس فى عائل آخر . كذلك ففى بعض الحالات يكون العصير المستخلص من نبات معين له أثر على تثبيط تضاعف الفيروس فى نبات من نوع آخر فى حين أنه لايؤثر على تضاعف نفس الفيروس فى النبات الذى أستخلص منه . بعض هذه المواد قد يستخدم فى التجارب ولكن ليس على صورة تجارية ، وعادة ما تستخدم رشا على النباتات وقد أعطى اللبن نتائج جيدة مع فيروس موزايك الدخان عند رش نباتات الطماطم به ، إذ إنخفضت الاصابة بنسبة كبيرة . عموما فان تأثير مثل هذه المواد محدود ومحدد بالفيروسات التى تدخل النباتات عن طريق جروح أو خدوش على السطح والتى تعيش فى الخلايا البرانشيمية ، أما الفيروسات التى تدخل عميقا فى النبات عن طريق الحشرات مثلا فان هذه المواد لا تؤثر عليها عادة .

الفصل العاشر

تسمية وتصنيف الفيروسات النباتية

Nomenclature and classification..

التسمية والتصنيف من الأشياء الملازمة لدراسة المسببات المرضية المختلفة سواء كانت فطرية أو بكترية أو فيروسية أو غير ذلك ، ونتيجة للتطور التاريخى نجد أن التسمية والتصنيف فى حالة الفطر والبكتريا قد قطعا شوطا كبيراً أما فى حالة الفيروسات فان الوضع يختلف إلى حد ما، وللأسف فإن غياب أساس تقسيمى للتسمية الفيروسات أدى إلى كثير من الخلط وسبب كثيرا من التناقضات فى الأبحاث المنشورة ، فكثيراً ما أطلق على نفس الفيروس أسماء مختلفة ، كما أن نفس الإسم أحيانا ما أطلق على فيروسات مختلفة .

عموما فإن عديد من المحاولات قد بذلت فى الماضى من أجل التوصل إلى أنسب الطرق للتسمية والتصنيف، ويصعب ذكرها كلها تفصيليا ولذلك سنتعرض فيما يلى لبعضها باختصار .

أبسط الطرق التى استخدمت فى تسمية الفيروسات تقوم على أساس الأعراض المرضية المميزة والتى تسببها الفيروسات على عائلها الأساسى مضافا إليها كلمة فيروس (virus) للحصول على إسم الفيروس المسبب أو كلمة مرض للحصول على إسم المرض الناشىء ، فمثلا الفيروس المسبب لمرض الموزايك فى الدخان يسمى فيروس موزايك الدخان tobacco mosaic virus وهذا الإسم يتكون من العائل الأساسى (tobacco) والعرض المميز (mosaic) مضافا اليهما كلمة فيروس (virus) ويكون المرض الناشىء هو

وقياسا على ذلك فان مرض التفـــاف الأوراق فى tobacco mosaic disease البطاطس potato leaf roll disease يسببه potato leaf roll virus ومرض البقع الحلقية فى الكريز cherry ringspot disease يسببه cherry ringspot virus وهكذا ، وبالرغم من أن هذه التسمية هى المستعملة على نطاق واسع إلا أنها ليست بالطريقة الدقيقة لما يلى :-

- . الأعراض المرضية التى يعطيها فيروس معين على نبـات معـين قد تختلف نتيجه لتغير العوامل البيئية .
- . العديد من الفيروسات لها سلالات عديدة . وبالتالى فقد تختلف الأعراض الناتجة على نفس النبات نتيجه للاصابه بسلالات مختلفة لنفس الفيروس .
- . تختلف الأعراض التى يعطيها نفس الفيروس على العوائل المختلفة .
- . الفيروسات المختلفة قد تسبب أعراضا متشابهة على نفس النبات .
- . بعض الأعراض قد تنشأ عن إصابة النبـات بخليـط من فيروسات ليست بينها أية صلة .

هنـاك طريقة أخرى وهى الترقيم numbering وقد إستخدمهـا جونسون Johnson عام ١٩٢٧ وذلك باضافة كلمة virus إلى الإسم العامى لجنس العائل الأساسى متبوعا برقم يدل على ترتيب إكتشاف الفيروس فمثلا فيروس موزايك الدخان كان هو أول فيروس إكتشف على الدخان ولذلك أسماه Tobacco virus 1

وفى عام ١٩٣٠ إنبثقت من المؤتمر الدولى للنبات الذى عقد فى كمبردج لبحث مشكلة تسمية الفيروسات. لجنة برئاسة James Johnson وهذه تقدمت بتقرير فى عام ١٩٣٥ مقترحه فيه نظاما للتسمية لا يختلف كثيراً عن النظام الذى إقترحه

Johnson من قبل إلا أنها أضافت اليه ما يعبر عن السلالات وتحت السلالات، وتعطى حروفا كبيرة للسلالات أما تحت السلالات، فيعطى لهـا حروفا صغيرة فمثلا فيروس موزايك الخيار cucumber mosaic virus أصبح إسمه Cucumber virus 1 أما سلالة هذا الفيروس التى تعطى تبرقش أصفر فقد أطلق عليها Cucumber virus IB وتحت سلالات هذه السلالة يطلق عليها IBa , IBb , IBc وهكذا . وقد قام Smith عام ١٩٢٧ بعمل بعض التعديلات محاولا توسيع نظام Johnson حتى يمكن إستخدامه لكل الفيروسات النباتية التى كانت معروفة فى ذلك الوقت مستخدما الاسم اللاتينى لجنس العائل وبذلك يكون فيروس موزايك الدخان هو *Nicotiana* virus 1 وفيروس موزايك الخيار هو *Cucumis* virus 1 ولقد تضاءلت قيمة هذا النظام فى التسمية وأصبح غير عمليا بازدياد عدد الفيروسات التى تصيب جنساً نباتيا واحداً وخاصة تلك الأجناس التى تصاب بالعشرات من الفيروسات المختلفة مثل البطاطس والدخان ،

إستخدم Smith عام ١٩٣١ الحروف الهجائية للتعبير عن فيروسين من فيروسات البطاطس وأطلق عليها X,Y وتبعه فى ذلك آخرون فى تسمية الفيروسات التى إكتشفت على البطاطس .

جرت بعض المحاولات لتسمية الفيروسات والعائل الأساسى بأسماء لاتينية مع إضافة بعض صفات الفيروس الممكنة فمثلا فيروس موزايك الدخان أطلق عليه إسم *Nicotiana virus altathermus* ولقد أعطاه Bennett عام ١٩٢٩ هذا الإسم بناء على تحمله لدرجات الحرارة المرتفعة .

إقترح أيضا نظام التسمية اللاتينية المزدوجة Latin binomial system على غرار مشابه لتلك التى إتبعها لينيس والتى يتكون فيها إسم الكائن من مقطعين

على الأقل ، يعبر الأول منهما عن الجنس والثانى عن النوع ولقد قام Holmes فى الفترة من عام ١٩٣٩ إلى ١٩٤٨ بمحاولات لتطبيق هذا النظام فى التسمية والتصنيف وقد إعتمد فى التسمية على وصف الأعراض التى يحدثها الفيروس فى النبــات المصاب فمثلا توضع الفيروسات التى تسبب موزايك تحت المجموعة *Marmor* ويصبح إسم فيروس موزايك الدخان هو *Marmor tabaci* ، كما توضــع الفيروسات التى تسبب بقعاً حلقية تحت المجموعة *Annulus* ويصبح إسم فيروس البقعة الحلقية فى الدخان هو *Annulus tabaci* وهكذا ، إلا أن هذا النظام فى التسمية والتصنيف لم يستخدم على نطاق واسع حيث أن الأساس فيه يعتمد على أعراض الاصابة التى تتأثر وتتباين نتيجة لعوامل عديدة كما سبق ، ويجب أن لا تعطى أهمية كبيرة للأعراض عند تسمية الفيروس كما يجب عند تصنيف الفيروسات أن يكون الأساس هو صفات الفيروس نفسه بصرف النظر عن العـائل ، وقد قامت عدة محاولات للتصنيف ولكنها لم تراعى ذلك ، ولقد وضع Brandes and Bercks عام ١٩٦٥ ذلك فى الاعتبار وصنفا الفيروسات النباتية العصوية مستخدمين الصفات المورفولوجية والعلاقات السيرلوجية وقسمت هذه الفيروسات إلى ٦ مجاميع مختلفة مستخدمين إسم أحد الفيروسات المعروفة والمدروسة جيداً للتعبير عن كل مجموعة كما يلى :

1 Tobacco rattle virus group.

2 — Tobacco mosaic virus group.

3 — Potato virus X group.

4 – Potato virus S group.

5 — Potato virus Y group.

6 — Beet yellows virus group.

وفى الوقت الحالى يوجد نظامين للتسمية والتصنيف أولها يقوم على أساس التسمية اللاتينية المزدوجة فى حين أن الآخر لا يقوم عليها .

النظام الاول : وقد اتبعه *Lwoff et al* عام ١٩٦٢ ، وقد أخذت به اللجان العلمية المتخصصة ، مع اجراء بعض التعديلات به . وعموما فانه يقوم على أساس تركيب الجزىء الفيروسى virion وهناك أربعة خصائص ضرورية لذلك وهى :

١ — المادة الوراثية Genetic material

وهى أما DNA أو RNA .

٢ — نوع تماثل أو سيميترية الفيروس Symmetry of the virus

وتكون حلزونية helical أو مكعبة cubical أو ذات نوعين من التماثل binal (وهذه تستخدم فى حالة البكتريوفاجات التى لها تركيبين يختلفان فى السيميتريه وهما الرأس والذيل) .

٣ — النيوكليوكابسيد Nucleocapsid

وهو أما عارى naked أو محاط بغشاء enveloped .

٤ — قطر النيوكليوكابسيد للفيريونات الحلزونية أو عدد الكابسوميرات فى حالة الفيريونات المكعبة .

وبناءا على ذلك فان الفيروسات الحيوانية والبكتيرية توضع فى قبيلة واحدة phylum يطلق عليها إسم Vira وتقسم القبيلة إلى تحت قبائل subphyla (اقترح فيما بعد استخدام divisions) وصفوف classes ورتب orders وعائلات families وأجناس genera وأنواع species.

قبيلة Vira تنقسم إلى قسمين (وذلك بناءا على نوع المادة الوراثية فى الجزىء الفيروسى) هما :

1 - Division Deoxyvira

وتحتوى فيروساتها على DNA.

2 - Division Ribovira

وتحتوى فيروساتها على RNA.

يقسم القسم إلى صفوف وذلك بناءا على سيميتريه النيوكليوكابسيد nucleccapsid كما يلى : —

Division	Class
Deoxyvira	Deoxyhelica
	Deoxycubica
	Deoxybinala
Ribovira	Ribohelica
	Ribocubica

وتقسم الصفوف إلى رتب (بناءا على ما إذا كان النيوكليوكابسيد عارى أو محاط بغشاء) تنتهى بالمقطع virales . وكمثال للتوضيح فان الصف Ribohelica يقسم إلى رتبتين الأولى تتميز بان جزيئاتها الفيروسية عارية وهى رتبة Rhabdovirales ، فى حين أن الثانية تتميز بوجود غشاء خارجى حول الجزىء الفيروسى وهى رتبة Sagovirales .

تقسم الرتبة إلى تحت رتب suborders (على أساس ما إذا كان الجزيء الفيروسي صلب rigid أو قابل للانثناء flexuous) تنتهي بالمقطع viridales ، فمثلا رتبة Rhabdovirales تشمل تحت رتبتين : الأولى تتميز بان أفرادها ذات جزيئات صلبة وهي تحت رتبة Rigidoviridales ، أما الثانية فان أفرادها ذات جزيئات قابلة للانثناء وهي تحت رتبة Flexiviridales .

وتقسم تحت الرتبة إلى عائلات families (بناءا على قطر النيوكليوكابسيد في حالة الفيروسات العصوية أو بناءا على عدد الكابسوميرات في حالة الفيروسات المكعبة) تنتهي بالمقطع viridae ، فمثلا تحت رتبة Rigidoviridales تقسم إلى عائلات وهي Dolichoviridae وأقطار أفرادها ١٢٠-١٣٠ انجستروم ، Protoviridae وأقطار أفرادها ١٥٠ انجستروم ، و Pachviridae وأقطار أفرادها ٢٠٠ انجستروم .

ويشتق إسم العائلة من اسم الجنس المثالي لهـا والجنس (genus) ينتهي بالمقطع virus ، فمثلا عائلة Protoviridae تضم الجنس *Protovirus* وهو الجنس الذي يتبعه فيروس موزايك الدخان والنوع (species) الذي يتبعه هذا الفيروس هو *tabaci* ، وبالتالي فان انتماء فيروس موزايك الدخان إلى القبيلة Vira يكون كما يلي :

Phylum : Vira

Division : Ribovira

Class : Ribohelica

Order : Rhabdovirales

Suborder : Rigidoviridales

Family : Protoviridae

Genus : *Protovirus*

Species : *tabaci*

النظام الثانى :

وهو لايقوم على أساس التسمية اللاتينية ولكنه يقوم على الأسس التى إقترحها Adanson عام ١٧٥٧ لتصنيف الكائنات المختلفة وذلك بناء على مجموع صفاتها العامة ، قياسا على ذلك فان الفيروسات تأخذ إسما عاميا متبوعا بمجموعة من الرموز التى تعبر عن الصفات المختلفة لها . ولقد إتبع Gibbs عام ١٩٦٨ نظاما يتكون فى مجموعه من ٤ أزواج من الصفات التى فى مجموعها تعطى المميزات الأساسية للفيروس، فمثلا بالنسبة لفيروس موزايك الدخان تكون كالتالى :

tobacco mosaic virus : R / 1 , 2 / 5 , E / E , S / * .

الأربعة أزواج من الرموز تعنى ما يلى :

الزوج الأول :

نوع الحامض النووى / عدد أذرع أو خيوط الحامض النووى

Type of nucleic acid / Strandedness of nucleic acid

ويستخدم الحرفين R , D للتعبير عن DNA ، RNA على التوالى ، ويستخدم الرقم 1 , 2 للتعبير عن الحامض النووى الأحادى والثنائى الخيط على التوالى.

الزوج الثانى :

الوزن الجزيئ للحامض النووى بالمليون / النسبة المئوية للحامض النووى فى الجزىء الفيروسى المعدى .

الزوج الثالث :

شكل الجزىء الفيروسى / شكل النيوكليو كابسيد .

ويستخدم الحرف S للتعبير عن الشكل الكروى (spherical) ويستخدم الحرف E للتعبير عن الشكل المتطاول (elongated) ذو الجوانب المتوازية والنهايات الغير دائرية ويستخدم الحرف U للتعبير عن الشكل المتطاول ذو الجوانب المتوازية والنهاية أو النهايات الدائرية، بينما يستخدم الحرف X للتعبير عن الشكل المعقد أو الشكل الذى يخالف ما سبق وصفه .

الزوج الرابع :

نوع العائل / نوع الناقل

بالنسبة لنوع العائل فيستعمل للتعبير عنه الحروف التالية :

A = actinomycete, B = bacterium, F = fungus

I = invertebrate, S = seed plant, V = vertebrate

بالنسبة لنوع الناقل تستعمل الحروف التالية :

AC = mite and tick (Acarina, Arachnida),

Al = whitefly (Aleyrodidae, Hemiptera, Insecta),

AP = aphid (Aphididae, Hemiptera Insecta),

AU = leaf-, plant-, or tree - hopper (Auchenorrhyncha, Hemiptera)

Cc = mealybug (Coccidae, Hemiptera),

Cl = beetle (Coleoptera , Insecta), Di = fly and mosquits (Diptera, Insecta), Fu = fungus (Chytridiales and Plasmodiophorales, Fungi), Gy = mirid, piesmid, or tingid bug (Gymnocerate, Hemiptera), Ne = nematode (Nematoda); Ps = psylla (Psyllidae, Hemiptera);

Si = flea (Siphonaptera, Insecta), Th = thrips (Thysanoptera Insecta). Ve = vectors known but none of above.

وبالنسبة لأى صفة غير معلومة فى أى من هذه الأزواج الأربعة فانه يستخدم الرمز *. أما إذا كانت الصفة غير مؤكدة أو مشكوك فيها فانها توضع بين قوسين ( ) .

يفضل بعض العلماء إستخدام عديد من الصفات تبلغ حوالى ٥٠ صفة لكل فيروس وتوضع تلك الصفات تحت عناوين أو رؤوس محددة مثل السلوك فى العوائل : العلاقة بالناقلات : صفات الجزىء : مكونات الجزىء (حامض نووى وبروتين) . بناءاً على ذلك فان الفيروسات وضعت فى مجاميع تشمل كل منها عدد من الفيروسات التى تتشابه فيما بينها فى الخواص الأساسية للمجموعة ومن أمثله هذه المجاميع ما يلى :

Tobravirus group :

والفيروس الممثل لها هو tobacco rattle virus

Tobamovirus group :

والفيروس الممثل لها هو tobacco mosaic virus

Potexvirus group :

والفيروس الممثل لها هو Potato virus X

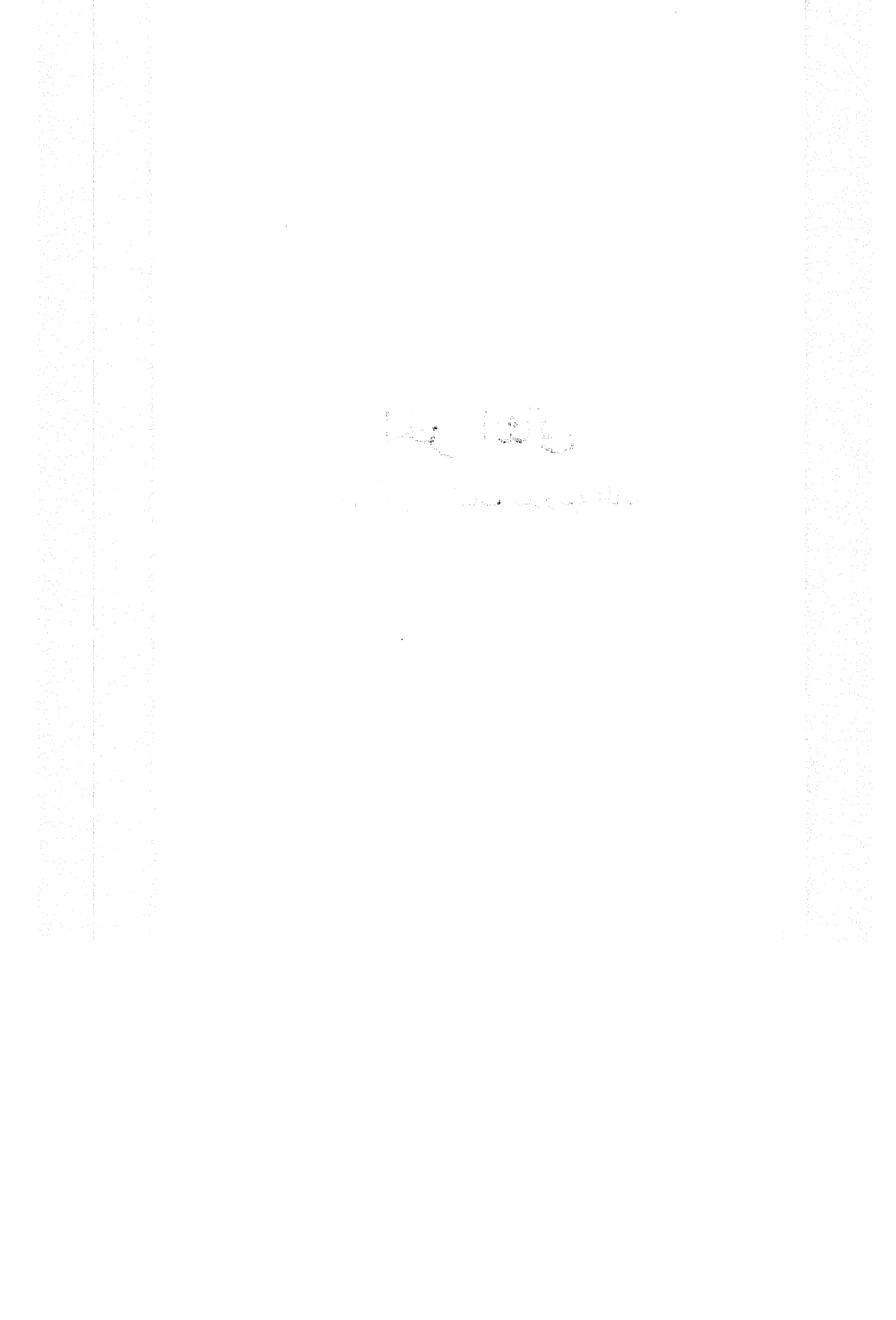
Calavirus group :

والفيروس الممثل لها هو Carnation latent virus

وعموما فما زال هناك عديد من المشاكل بالنسبة للتسمية والتقسيم ، فاستخدام النظام الذى يقوم على أساس التسمية المزدوجة اللاتينية ما زال بدون فاعليه إلى الآن نظراً لعدم الإلمام بكل التفاصيل اللازمة عن الفيروسات . كذلك فانالنظام المكمل له والخاص بالتقسيم المبنى على الصفات المختلفة السابق ذكرها للفيروسات يكون مفيداً جدا إذا ما أمكن استكماله ووضعه فى حيز التنفيذ ، ولكن للأسف فانه نظرا لأن كل الصفات اللازمة غير معروفة إلا لعدد محدود من الفيروسات لذلك فانه من المحتمل أن يمر وقت طويل قبلوضع التقسيم الملائم لجميع أومعظم الفيروسات . إلى أن يتم ذلك ، فان تقسيم تلك الفيروسات التى لا يعرف لها كل خواصها اللازمة سيبقى على أساس الأعراض وبعض الصفات التى يمكن أن يقال عنها أنها غير مرضية ولكنها مفيدة من ناحية الأغراض العلمية .

الجزء الثانى

بعض أمراض النبات الفيروسية الهامة



الفصل الأول

فيروسات العائلة الباذنجانية

Fam. Solanaceae

أولا : الطماطم

Tomato (*Lycopersicum esculentum*)

فيروس موزايك (الدخان) الطماطم

TOMATO (TOBACCO) MOSAIC VIRUS

المرادفات :

Tobacco calico virus ; Ordinary tobacco mosaic virus ; Tobacco distorting mosaic virus; Pepper mosaic virus; Tobacco green mosaic virus.

مقدمة : عرف هذا الفيروس على الدخان فى نهاية القرن الماضى، وهو من أكثر الفيروسات دراسة إذ أنه واسع الانتشار فى جميع أنحاء العالم . ينتشر الفيروس فى مصر على زراعات الطماطم كما سجل وجوده على بعض النباتات الأخرى . يسبب خسارة لمحصول الطماطم تتراوح بوجه عام بين ٥ — ٢٥٪ أو أكثر ، كما يقلل من القيمة التجارية للثمار وتتوقف مدى الخسارة على عديد من العوامل مثل عمر النبات ووقت الاصابة والظروف البيئية السائدة .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكياً بسهولة ، وكسر شعيرة ورقة نبات سليم بآلة ملوثة بالفيروس يكون كافيـاً لأن ينتقل الفيروس إلى هذا النبات . ينتقل الفيروس أيضاً بالتطعيم والحامول .

أكثر الطرق شيوعاً فى إنتقال الفيروس فى الحقل وفى الصوبة تكون غالباً عن طريق ملابس وأيدى العمال الذين يتعاملون مع النباتات المصابة والسليمة ، وعن طريق الحيوانات والأدوات والآلات المستخدمة فى العمليات الزراعية المختلفة . كذلك فإن تدخين العمال أثناء إجراء العمليات الزراعية المختلفة يعمل على نقل وإنتشار الفيروس إذ أنه يبقى فى بعض منتجات الدخان مثل السجاير والسيجار .

ينتقل الفيروس خلال بذور بعض النباتات مثل التفاح والكمثرى والعنب . بالنسبة إلى الطماطم فإن الفيروس ينتقل عن طريق بذورها ولكن يرجح البعض أن ظهور بعض البادرات الصغيرة مصابة يرجع أساساً إلى تلوث سطح البذور (المستخدمة فى الزراعة) بالفيروس أكثر مما يرجع إلى وجود الفيروس داخل البذرة .

لا ينتقل الفيروس بالحشرات ، وقد أظهرت الدراسات المعملية المختلفة إمكانية إنتقاله ببعض أنواع النطاطات الكبيرة large grasshoppers إنتقالا ميكانيكياً كتلويث ميكانيكى على فكوكها . كذلك وجد أن خنفساء البطاطس البرغوثية potato flea beetle (*Epitrix cucumeris*) يمكنها نقل الفيروس ولكن بكفاءة منخفضة . بالنسبة لحشرات المن فقد وجد أنها لا تنقل الفيروس وذلك بالرغم من أن الميكروسكوب الالكترونى قد كشف عن وجود الفيروس داخل أمعاء حشرات المن المغذى على فيروس منقى خلال أغشية خاصة . من تلك الدراسات وغيرها يظهر أنه لا توجد ناقلات معروفة لهذا الفيروس تحت الظروف الطبيعية إلى الآن .

ونظراً لدرجة الثبات العالية التى يتمتع بها الفيروس فإنه قد ينتقل عن طريق

التربة ولكن بدون مساعدة ناقلات معروفة (الفصل الخامس) ، إذ يبقى الفيروس في الأجزاء النباتية الميتة الموجودة في التربة .

خواص الفيروس في العصير : درجة الحرارة المميتة ٩٣°م . درجة التخفيف النهائية ١٠^-٦^ . مدة التعمير *in vitro* أكثر من شهر وتختلف باختلاف سلالات الفيروس . يلاحظ أن الفيروس يبقى في العصارة النباتية المعقمة بالترشيح والخالية من البكتريا لمدة قد تصل إلى ٥ سنوات ، كما وجد أنه يحافظ على فاعليته لمدة طويلة جدا قد تزيد عن ٥٠ سنة في حالة وجوده في أوراق نباتات الدخان المصابة والمجففة جيدا .

مورفولوجيا الفيروس : الجزيء الفيروسي عصوي الشكل مستقيم ويبلغ طوله ٣٠٠ نانومتر وعرضه ١٥ نانومتر ، وقد سبق التعرض لمورفولوجي وتركيب هذا الفيروس في الفصل الثاني .

الأعراض : تظهر على الأوراق الكبيرة تبقعات ، أما الأوراق الصغيرة فيظهر عليها تبرقش مصحوباً بمناطق خضراء داكنة مرتفعة عن سطح الورقة مع حدوث بعض التشوهات . تتأثر الأعراض بالعوامل البيئية السائدة فتحت ظروف إرتفاع درجات الحرارة وشدة الاضاءة فإن التبرقش غالباً ما يكون شديدا مع تقزم خفيف للنباتات المصابة ، أما خلال الشتاء أو تحت ظروف إنخفاض درجة الحرارة وشدة الإضاءة فان التبرقش يكون ضعيفاً ولكن التقزم وتشوه الأوراق يكون شديدا مع تكشف عرض الأوراق الخيطية وإنتاج صبغة الانثوسيانين في الساق . لا يظهر نيكروزس على الأوراق أو السيقان وتبدو الثمار طبيعية ، ولكن تحت ظروف خاصة قد تتلون الثمار داخلياً باللون البني internal browning وهذا يحدث عادة عندما تصاب الثمار في طور نضجها الأخضر أو الأحمر .

عند دراسة التغيرات الداخلية التي يحدثها هذا الفيروس في أوراق نباتات

الدخان المصابة وجد أنه يكون نوعين من المحتويات الفيروسية فى خلايا المناطق الشاحبة من الأوراق المبرقشة وهما أجسام × ومحتويات بلورية .

المدى العوائلى : يصيب هذا الفيروس أكثر من ١٥٠ جنساً نباتياً وهو يرتبط أساساً بالعائلة الباذنجانية ويصيب عددا كبيرا جدا من نباتات هذه العائلة. بعض النباتات تعطى بقعا موضعية عند عدواها ميكانيكياً بهـذا الفيروس وتستخدم كنباتات مفرقة مثل *Nicotiana glutinosa* ونباتات الدخان صنف Xanthi ونباتات الفاصوليا صنف Pinto .

لهذا الفيروس عديد من السلالات وهذا يساعد على زيادة المدى العوائلى له. ومن هذه السلالات سلالة فيروس تشوه الطماطم tomato distorting virus ، وسلالة فيروس موزايك أوكيوبا tomato aucuba mosaic virus ، وسلالة فيروس التلون البنى الداخلى tomato internal browning virus .

المقاومة : يجب مراعاة الطرق الصحيحه فى المعاملات الزراعية المختلفة مثل تجنب الزراعة فى تربة ملوثة قبل مضى فترة زمنية ملائمة ، إذ أظهرت بعض الأبحاث أن الفيروس يفقد نشاطه فى التربة السابق زراعتها بمحصول مصاب بعد ١٥ — ٤٥ يوماً من إزالة النمو الخضرى . كذلك يجب إزالة النباتات المصابة والحشائش التابعة للعائلة الباذنجانية والتى تصاب بالفيروس على أن يتم ذلك مبكرا فى أوائل موسم الزراعة .

يراعى عدم التدخين أثناء إجراء العمليات الزراعية المختلفة ، كما يجب على العمال الذين يقومون بازالة النباتات المصابة أن يغسلوا أيديهم بالماء والصابون قبل لمس النباتات السليمة . عند إجراء عملية الشتل يجب إستبعاد أى نباتات يشتبه فى إصابتها .

وقد أظهرت بعض التجارب أن اللبن الكامل الدسم أو المنزوع منه الدهن يعمل على تقليل الاصابة ، لذلك فقد يلجأ البعض إلى رش النباتات باللبن قبل إجراء عملية الشتل أو يقوموا بغمس أيديهم فى اللبن خلال الشتل والعمليات الأخرى المختلفة .

بعض المعاملات الخاصة أعطت نتائج مبشرة مثل معاملة التقاوى بمحلول فوسفات الصوديوم الثلاثى بتركيز ١٠٪ لمدة ١٠ دقائق أو بمحلول ١٪ برمنجنات بوتاسيوم لمدة ٣٠ دقيقة، أو إستخراج البذور بطريقة تخمير الثمار لمدة عدة أيام أو تخزين البذور بعد إستخراجها فى مخازن مهواه لمدة ٤ أشهر أو أكثر .

فيروس تجعد الأوراق الصفراء فى الطماطم

TOMATO YELLOW LEAF - CURL VIRUS

مقدمه : من أخطر الفيروسات التى تصيب محصول الطماطم فى مصر وينتشر خلال العروة النيلى بدرجة كبيرة ، ويسبب خسارة فى المحصول قد تزيد عن ٨٠ ٪ .

يوجد فيروس آخر هو فيروس تجعد أوراق الطماطم tomato leaf - curl virus مسجل فى أماكن متفرقة من العالم وخاصة فى المناطق الاستوائية ، ويتشابه الفيروسان فى بعض الصفات ويبدو أن فيروس تجعدالأوراقالصفراء هو المنتشر فى حوض البحر الأبيض المتوسط .

هناك بعض الأبحاث التى تشير إلى إحتمال أن مسبب مرض تجعد الأوراق الصفراء ليس فيروسى وإنما ميكوبلازما .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، وتحت ظروف التجارب يمكن إنتقاله بالتطعيم. الناقل الأساسى للفيروس هو الذباب الأبيض *Bemisia tabaci* وتتميز الأنثى بأنها أكثر كفاءة فى النقل من الذكر . تكتسب الحشرة الفيروس إذا تغذت على نبات مصاب لمدة ١٥ — ٣٠ دقيقة على الأقل، وتمر فترةحضانة داخل الحشرة لا تقل عن ٢١ ساعة بعدها تصبح الحشرة قادرة على نقل العدوى إذا تغذت على النبات السليم لمدة ١٥ — ٣٠ دقيقة أو أكثر ويزدادمعدلالنقل بزيادة فترة التغذية هذه إلى ساعة أو أكثر . يبقى الفيروس فى الحشرةلمدةحوالى ٢٠ يوم . يمكن لليرقة أيضا أن تكتسب الفيروس . وقد وجد أن الفيروس لا ينتقل خلال بيض الحشرة .

الأعراض : تتأثر البادرات والنباتات الصغيرة بشدة نتيجة لاصابتها بهذا المرض . تصبح النباتات المصابة متقزمة ويكون حجم أوراقها صغيراً . تتأثر الوريقات وتصبح إلى حد ما خشنة الملمس وأسمك من الأوراق السليمة ، ويعتريها شحوب واضح يميل إلى الاصفرار ويتجعد النصل بين العروق . تعطى النباتات المصابة عدداً قليلا من الأزهار التي يقل العقد فيها ، ويكون حجم الثمار صغيراً . تؤدى هذه التأثيرات إلى فقد كبير في المحصول .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس عدداً محدوداً من النباتات وبخاصة تلك التي تنتمى إلى العائلة الباذنجانية ، فبجانب الطاطم فإنه قد يصيب نباتات الداتورة *Datura stramonium* والدخان وغيرها .

المقاومة : لا توجد طريقة فعالة في مقاومة هذا المرض ، وقد ينتج عن مقاومة الحشرة الناقلة بعض النتائج الايجابية . وعامة يجب العمل على تربية وإستنباط أصناف مقاومة .

فيروس الذبول المتبقع (الذبول التبقعى) في الطماطم
TOMATO SPOTTED WILT VIRUS

المرادفات : Tomato bronze leaf virus ; Pineapple yellow spot virus

مقدمة : عرف المرض أولا في إستراليا حيث سبب خسائر جسيمة للطماطم ثم وجد بعد ذلك على عديد من المحاصيل وفى عديد من بلاد العالم .

الانتقال . ينتقل الفيروس ميكانيكيا بصعوبة ، ولنجاح ذلك فإنه تلزم بعض المعاملات الخاصة . ينصح بأن تستخلص العصارة المعدية من النباتات الصغيرة الحديثة الاصابة ، ويضاف اليها مادة مختزلة مثل كبريتيت الصوديوم مع

ضبط درجة الحموضة على ٧ (pH 7) ، كما توضع النباتات قبل العدوى فى الظلام. تعفر أسطح الأوراق المراد عدواها بواسطة السليت celite ثم تمسح بخفة بواسطة قطعة شاش أو قضيب زجاجى بعد غمسها فى مادة اللقاح . يبدو أن الفيروس لا ينتقل عن طريق البذور .

ينتقل الفيروس بأنواع كثيرة من التربس منها *Thrips tabaci*
F. occidentalis , *F. fusca* , *Frankliniella schultzei* ,

لكى تكتسب حشرة التربس القدرة على نقل الفيروس لابد وأن تتغذى على النبات المصاب وهى فى طور اليرقة ، أما الحشرات البالغة التى لم تكتسب الفيروس من قبل فليس لها القدرة على نقله من النبات المصاب عند تغذيتها عليه . للفيروس فترة حضانة داخل الحشرة تتراوح بين ٤ - ١٨ يوم تبعا لنوع التربس .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٤٢°م . درجة التخفيف النهائية ١٠$^{-٤}$ - ١٠$^{-٥}$ ومدة التعمير *in vitro* ٥ ساعات تقريبا.

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى ، ونظراً لتعدد سلالات هذا الفيروس وإختلاف السلالات التى إستخدمها العلماء فى دراستهم واختلاف الطرق التى أتبعت فى الدراسة وعدم ثبات الفيروس فإن هناك بعض التضارب فى النتائج المتحصل عليها عن حجم وتركيب هذا الفيروس . على سبيل المثال فإن بعض الأبحاث المختلفة قد ذكرت أن قطر الجزيئات الفيروسية يتراوح بين ٥٥-١٢٠ نانومتر ، وقد قدمت بعض الأبحاث الحديثة أدلة على تتابع نضوج الفيروس ، إذ أن دراسة القطاعات الرقيقة لأنسجة الأوراق المصابة أظهرت أن الفيروس يمر ببعض المراحل المختلفة حتى يتم تكوين الجزىء الفيروسى الكامل .

عموما فإن قطر الجزىء الفيروسى يتراوح بين ٧٠ - ٩٠ نانومتر ، ويحاط

بغلاف خارجى يحتوى على دهون ويبلغ سمكه ٥ نانومتر ، ويوجد حول هذا الغلاف منطقة بروتينية لها نفس السمك تقريبا . ويحتوى الفيروس على ٥٪ حامض نووي .

الأعراض : نظراً لأن النباتات المصابة بهذا الفيروس تتميز بأن أوراقها تأخذ لونا برونزيا مميزاً لذلك فإنه قد يفضل أن يطلق على المرض إسم الذبول البرونزى bronzy wilt . تظهر الأعراض على هيئة زيادة طفيفة فى سمك عروق الأوراق الصغيرة وهذه تكون مصحوبة بحلقة أو حلقتين مركزيتين وفى نفس الوقت فإن هذه الأوراق الصغيرة تميل قليلا إلى الإلتواء إلى أسفل . يلى ذلك ظهور اللون البرونزى على الأوراق والذى قد يغطى سطح الورقة كله أو يكون على صورة دوائر برونزية كما يحدث عادة فى النباتات التى تنمو فى الصوب الزجاجية (شكل ٢٣) . يقف نمو النبات المصاب فترة من الزمن ثم يعاود نشاطه . فى الأطوار المتأخرة من المرض تتشوه الأوراق ويظهر عليها تبرقش موازيكى أصفر . النباتات المصابة تكون أصغر حجما من النباتات السليمة . إذا أصيب النبات وهو فى طور البادرة الصغيرة فانه عادة ما يموت نتيجة لتحول اللون البرونزى إلى نيكروزس .

الثمار المتكونة قبل حدوث الاصابة لاتظهر عليها أعراض خاصه، ولكن الثمار التى تتكون بعد الاصابه قد تظهر عليها أعراض واضحة فى صورة مناطق ذات لون أحمر باهت أو أصفر ونادرا ما تكون بيضاء . وتختلف هذه المناطق كثيراً فى شكلها فقد تكون فى صورة تبرقش غير منتظم أو دوائر متداخلة .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى كبير جدا يشمل نباتات من ذوات الفلقتين وأخرى من ذوات الفلقه الواحدة ، وقد أظهرت بعض الدراسات أنه

يصيب أكثر من ١٦٠ نوعا نباتيا تنتمى إلى ٣٤ عائلة والعدد الأكبر من هـذه الأنواع يتبع العائلة الباذنجانية، إذ يقع فيها ٦٠ نوعا، ويليها العائلة المركبة. بالاضافة إلى الطمـاطم فان الفـيروس يصيب الفلفـل والدخان والبطـاطس والداتورة والسكران والسبانخ والكرفس والأناناس والبسلة وبسلة الزهور والزينيا وأبو خنجر والداليا والكريزانثمم وغيرها .

يعطى الفيروس بقعا موضعية على الأوراق المعداه صناعيا لبعض النباتات مثل بعض أصناف البيتونيا (فى بعض الأحوال النـادرة قد تصبح الإصـابة كيانية) وكذلك نباتات *Nicotiana glutinosa* .

المقاومة : نظراً لأن الفيروس يصيب العديد من العوائل المختلفة لذلك فانه فى المناطق التى يوجد فيها هذا الفيروس يحسن زراعة الطماطم فى أماكن منعزلة مع إبادة العوائل التى يقضى فيها الفيروس الفترة ما بين المواسم . كذلك يجب مقاومة حشرة التربس .

تختلف أصناف الطماطم فى مدى مقاومتها للمرض ، وتتأثر مقاومة النباتات بالظروف السائدة فى منطقة الزراعة لذلك يجب إختيـار الأصنـاف التى تظهر مقاومه للمرض فى منطقة الزراعة .

فيروس الشجيرة القزمية فى الطماطم

TOMATO BUSHY STUNT VIRUS

مقدمة : ينتشر الفيروس فى بعض البـــلاد المختلفة وقد سجل وجـوده فى الارجنتين وأوروبا وكندا وغيرها .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بسهوله ولا ينتقل خـلال البذور . تتضارب الاقوال حول إنتقاله خلال التربة فيعتقد Lovisolo *et al*, 1965 . أن إنتقال الفيروس قد يكون له عـلاقة بفطر كـتريدى chitrid fungus، أما Campbell, 1968 فقد وجد أن فطر *Olpidium brassicae* لاينقل هـــذا الفيروس . عموما فهناك بعض الأدلة على أنه ينتقل عن طريق التربة .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميته ٨٠° م أما فـترة التعمير *in vitro* فهى حوالى ٢٥ يوم .

مورفولوجيا الفيروس : الجزىء الفيروسى كـروى الشـكل وقطـره ٣٠ نانومتر .

الاعراض : تظهر أعراض موضعية على الأوراق المعـداه لنباتات الطماطم صنف Kondine Red وذلك بعد حوالى ٥ أيام من العدوى وتظهر عـلى هيئة حلقات أو بقع دائرية نيكروزيه .

يتحول لون الأوراق المعداه بالتدريج إلى الأصفر الشاحب مــــع وجود بعض المناطق الخضراء اللون ، وفى معظم الأحيـان تتساقط هذه الأوراق . فى حالة النباتات الصغيرة فانه يظهر نيـكروزس عام على الأوارق السفلى مصحوبا بأصفرار ولون بنفسجى ، فى حين أن الأوراق الحديثة تظهر عليها بقع صفراء .

تذبل الأوراق السفلى وغالبا ما يموت النبات . إذا كانت النباتات المصابة غضه عصيرية الساق فانه قد تتكون عليها بقعا ميتة قريبا من سطح التربة ، وينتج عنها سقوط وموت هذه النباتات . فى حالة النباتات الكبيرة العمر فإن تطور المرض يكون أبطأ منه فى حالة النباتات الصغيرة ، فبعد ظهور البقع الموضعية فإن النمو الطولى للنباتات يتوقف ، وتأخذ الأوراق الحديثة لونا أصفر شاحب وتلتوى إلى أسفل ، وفى بعض الأحيان قد ينعكس وضعها وتصبح منقلبة . فى بعض الأحيان يظهر نيكروزس يؤدى إلى موت القمم النامية وهذا يتبعه نمو أفرع ثانوية معطية للنبات المتقزم الشكل الشجيرى المميز المرض .

وقد يظهر على الثمـــار فى بعض الأحيان بعض التبقعات أو التلطخات الشاحبه .

المدى العوائلى : للفيروس مدى واسع من العوائل وقـــد عزلت بعض السلالات من على نباتات عشبية وخشبية فى بلاد مختلفة . يعطى الفيروس بقعا موضعية على أوراق بعض أنواع اللوبيا ، كما يعطى بقعا صفراء دائرية على نبات *D. stramonium* بعد حوالى ٥ أيام من العدوى الصناعية ثم يتبع ذلك إصابة جهازية .

فيروس الحلقة السوداء فى الطماطم
TOMATO BLACK RING VIRUS

مقدمة : عزل الفيروس للمرة الأولى من على نباتات طماطم عام ١٩٤٦ ، ومنذ ذلك الوقت فانه عزل من على عديد من النباتات الأخرى ، وسجل الفيروس فى انحاء متفرقة من العالم .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بسهولة ، كما ينتقل عن طريق بذور بعض النباتات مثل نبات القزاز *Stellaria media* وبنجر السكر ، ويمكن للفيروس أن يصيب البذور عن طريق حبوب اللقاح المصابه . وجد Murant and Lister عام ١٩٦٧ أن الفيروس ينتقل خلال بذور ١٩ نوعا نباتيا تنتمى إلى ١٣ عائله . يمكن للفيروس أن يبقى فى بذور بعض النباتات لفترة طويلة اذ وجد أنه ظل لمدة ٦ سنوات فى بذور - *Capsella bursa* - *pastoris* و *Stellaria media* .

ينتقل هذا الفيروس أيضا عن طريق النيماتودا ويعرف عن النوعين *Longidorus elongatus* , *L. attenuatus* أنهما يقومان بنقل الفيروس .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميته تقع بين ٥٨-٦٢°م ودرجة التخفيف النهائية تقع بين ١ : ١٠٠ ، ١ : ١٠٠٠ والتعمير *in vitro* تبلغ حوالى ٧ أيام .

مورفولوجيا الفيروس : الجزىء الفيروسى كروى الشكل وقطره ٣٠ نانومتر .

الاعراض : إصابة النباتات الصغيرة غالبا ما تؤدى الى موتها ، ولكنها إذا ما بقيت ولم تمت فإنه يظهر عليها تبقعات خفيفة داكنه مع صغر حجم الأوراق .

إذا أعديت نباتات طماطم صغيرة فإن أول مظاهر الاصابة تظهر بعد حوالى عشرة أيام وتكون فى صورة حلقات سوداء نيكروزية عديدة محلية وجهازيه ومن هذه الاعراض اشتق اسم المرض (tomato black ring disease) (شكل ٢٤) . بعد فترة قصيرة من ظهور الحلقات فانه تظهر خطوط قاتمة على أعناق الأوراق ، وفى بعض الأحيان قد تمتد إلى الساق ، كما قد تظهر على الساق أيضا حلقات سوداء . يصاحب ذلك إزدياد فى عدد الحلقات المتكونة على الأوراق الصغيرة ، ونتيجة لتلاصق تلك الحلقات فإن الأوراق الصغيرة تصبح سوداء ، ومن ثم تسود القمه النامية وتصبح ضعيفة .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى واسع ، وهو يشبه فى ذلك معظم الفيروسات الأخرى التى تنتقل عن طريق النيماتودا فهو يصيب الفراولة وبنجر السكر والعديد من النباتات العشبية المختلفة والخوخ والعنب وبعض النباتات الخشبية . تستخدم نباتات الخيار والفول وكذلك نباتات *Chenopodium foliosum*, *Gomphrena globosa* كعوائل مفرقة لهذا الفيروس .

بعض فيروسات الطماطم الأخرى

فيروس إختزال بذور الطماطم	Tomato aspermy virus
فيروس تورد القمه فى الطماطم	Tomato bunchy - top virus
فيروس التبقع الحلقى فى الطماطم	Tomato ringspot virus
فيروس نيكروزس القمه فى الطماطم	Tomato top necrosis virus
فيروس الاصفرار الشبكى فى الطماطم	Tomato yellow - net virus
فيروس إصفرار القمه فى الطماطم	Tomato yellow - top virus

ثانيا : البطاطس
Potato (*Solanum tuberosum*)

تعتبر أمراض البطاطس الفيروسية من أهم الأسباب الرئيسية فى تدهور محصول البطاطس ، لذا تتبع الدول المتقدمة زراعيا نظاماً معيناً لانتاج تقاوى بطاطس خالية من الفيروسات . تتواجد الفيروسات منفرده أو مختلطة مع بعضها أو مع فيروسات أخرى على نباتات البطاطس ، وتختلف أعراضها باختلاف سلالة الفيروس والصنف المصاب والظروف البيئية وميعاد الاصابة ، كما قد يصاب النبات بدون ظهور أعراض عليه .

فيروس إلتفاف أوراق البطاطس
POTATO LEAF ROLL

المرادفات : Potato phloem necrosis virus

مقدمة : يعتبر فيروس إلتفاف أوراق البطاطس من المسببات الرئيسية فى تدهور البطاطس . ينتشر هذا الفيروس فى جميع مناطق زراعة البطاطس فى العالم ، كما يوجد فى مصر .

الانتقال : لاينتقل الفيروس ميكانيكياً بالعصارة ولكنه ينتقل عن طريق الدرنات المصابه وعن طريق أنواع عديدة من المن وخاصة من الخوخ *Myzus persicae* . يتكاثر الفيروس فى جسم الحشرة وله فترة حضانه تتراوح مابين ٢٤ - ٤٨ ساعة .

خواص الفيروس فى العصير : أمكن معرفة خواص الفيروس عن طريق حقن الحشرة الناقلة *Myzus persicae* بالفيروس المعامل بالمعاملات المختلفة . درجة الحرارة المميته للفيروس ٧٠ - ٨٠°م ، ودرجة التخفيف النهائية ١ : ١٠٠٠ ، بينما مدة تعمير الفيروس *in vitro* على درجة ٢م هى ٣-٥ أيام .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى الشكل ٢٤-٢٥ نانومتر فى القطر .

الاعراض : عندما تصاب نبـــاتات البطاطس الناتجة من درنات سليمة فإن أعراض المرض تظهر على الأوراق العليا للنبات المصاب ، فتلتفت حواف الوريقات للداخـل وإلى أعلى بطول العرق الوسطى وتأخـــذ شكل الملعقة أو الأنبوبة . قد لاتظهر أعراضا بالمرة على النباتات التى تصاب بالفيروس فى آخر الموسم ولكن الفيروس يبقى كامنا فى الدرنات . تظهر الأعراض واضحة على النباتات الناتجة من زراعة درنات مصابه ويبدأ إلتفاف الأوراق بالوريقات السفلى مستمرا إلى أعلى وبتقدم المرض فإن الالتفاف قد يعم جمـــيع الأوراق (شكل ٢٥) . تتميز النباتات المصابه بنموها البطىء ولون أوراقها الأصفر الباهت . قد يظهر إحمرار على الوريقات وتصبح الأوراق سميكه هشه وجلدية ويصير النبات بأكمله خشن الملمس يحدث خشخشة عند تحريكه . فى نهاية الموسم الموسم تجف الأوراق السفلى المصابه ويصبح لونها بنيا .
يعطى النبات المصاب عددا قليلا من الدرنات الصغيرة الحجم ،وبزراعة الدرنات المصابه عاما بعد عام فان المحصول يتدهور بشدة ويصبح عديم القيمة الاقتصادية.

وجود كميات كبيرة من النشا فى الأوراق الملتفة يعتبر من الأعراض المميزة والثابته لهذا المرض . ويظهر أن إلتفاف الأوراق هو نتيجة مباشرة لوجود تلك الكميات الغير عادية من النشا فى الأوراق والتى تسبب إنتفاخ لخلايا النسيج الأسفنجى . يسبب الفيروس ظهور نيكروزس فى لحاء سيقان وأعناق وأوراق النباتات المصابه ولذا يطلق عليه فيروس نيكروزس اللحاء .

يظهر نيكروزس داخلى فى درنات بعض الأصناف الأمريكية ويعرف بالنيكروزس الشبكى net necrosis وهذا يمكن رؤيته عند عمل قطاع عرضى فى الدرنه .

المدى العوائلى : ينتقل الفيروس بواسطة المن إلى الطماطم والدخان والفلفل والباذنجان والفيسالس والداتوره وغيرها .

فيروس Y البطاطس
POTATO VIRUS Y

المرادفات : Streak virus; Leaf drop streak virus; Stipple streak virus; Acropetal necrosis virus; Vein - banding virus; Potato severe mosaic virus.

مقدمة : ينتشر الفيروس فى جميع مناطق زراعة البطاطس فى العالم ويوجد فى مصر . ويعتبر من أخطر أمراض البطاطس الفيروسية . تختلف كمية الضرر الناجمة عن الاصابه تبعا لاختلاف السلالة الفيروسية . بعض السلالات تسبب فقدا فى المحصول يصل إلى ٥٠ — ٦٠ ٪ .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ، كما ينتقل عن طريق الدرنات المصابة وعن طريق حشرات المن . يعتبر من الخوخ *Myzus persicae* أكثر حشرات المن كفاءة فى النقل . والفيروس من النوع المحمول بأجزاء الفم stylet borne .

خواص الفيروس فى العصير : تختلف درجة الحرارة المميته من ٥٢ إلى ٥٥° م باختلاف السلاله . درجة التخفيف النهائية من ١ : ١٠٠ إلى ١ : ١٠٠٠، بينما مدة التعمير *in vitro* ٢٤ — ٤٨ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن ٧٣٠ نانومتر فى الطول و ١١ نانومتر فى العرض .

الاعراض : تختلف الأعراض باختلاف سلاله الفيروس وصنف البطاطس

المصاب والظروف البيئية المحيطة وطور المرض . تعطى النباتات المصابة فى نفس موسم الزراعة أعراضا فى شكل عدد محدود من البقع الميته الصغيرة الحجم ، كما قد يظهر تخطيط بنى على السطح السفلى للاوراق . يظهر على النباتات الناتجة من درنات مصابة تبرقش خفيف للاوراق يصاحبه تكرمش لسطوحها مع تخطيط على السطح السفلى لها . قد تتدلى الاوراق السفلى يليها الاوراق الاعلى . وفى حالة شدة الاصابة تظهر بقع بنيه عديدة حلقية أو ذات شكل غير محدد وتخطيط على العروق السفلى للورقة ويلاحظ بشدة ظهور حالة الاوراق المتدلية الجافة وتسمى الأعراض فى هذه الحالة palm tree type .

فى بعض البلدان المنتجة للبطاطس تنتشر سلالة من الفيروس تعرف بسلالة التلون البنى لعروق أوراق الدخان tobacco veinal necrosis ، لاتعطى أعراضا على بعض أصناف البطاطس بينما على بعض الاصناف الأخرى تعطى تبرقش مع التفاف حواف الورقة وتخطيط على الأوراق ، إلا أن التخطيط يظهر متأخرا ولذا يسمى هذا المرض بالتخطيط المتأخر .

يكون الفيروس أجسام محتواه فى الخلايا المصابه .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس البطاطس والدخان والطماطم والفلفل وعنب الديب والبيتونيا والداليا وغيرها . وفى التجارب المعملية تستخدم نباتات الدخان والبيتونيا ودخان جلوتينوزا كنباتات اختبار لتعريف الفيروس ، إذ تعطى عند عدواها بالفيروس أعراض المرض العامة (موزايك مع نيكروزس وتخطيط بنى) بينما نباتات *Solanum demissum* Bastard A 6 ونباتات *Chenopodium amaranticolor* , *Lycium* spp . تعطى بقع موضعيه ، أما الداتوره *Datura stramonium* فلا تصاب .

فيروس X البطاطس

POTATO VIRUS X

المرادفات : Potato latent virus; Potato mottle virus; Up - to - Date streak virus; Pctato virus B; Potato virus D; Potato interveinal mosaic virus; Potato mild mosaic virus.

مقدمة : يوجد الفيروس فى جميع مناطق زراعة البطاطس فى العالم وفى مصر ويعتبر من أكثر فيروسات البطاطس إنتشارا . تتعرض كل أصناف البطـاطس تقريبا للاصابه به ويختلف الضرر الذى يحـــدث للمحصول باختلاف الصنف وسلالة الفيروس ، فبعض السلالات تقلل المحصول بنسبة ١٠ - ١٥ ٪ بينما يصل الفقد الناتج عن الاصابة ببعض السلالات الأخرى إلى ٥٠ ٪ . يزداد الضرر الناتج فى حالة إصابة النباتات بفيروس X مع بعض الفيروسات الأخرى مثل فيروس Y أو فيروس A عنها إذا ما حدثت الاصابة بكل منهما على حده .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بسهولة ويعتبر من الفيروسات النباتية القلائل التى تنتشر فى الحقل عن طريق إحتكاك النباتات السليمة بالنباتات المصابة. يحـــدث الاحتكاك بين النباتات بواسطة الرياح أو أى طريقة أخرى وتنكسر الشعيرات الموجودة على أسطح الأوراق وينتج عنها جروح ينتقل خلالها الفيروس من الأوراق المصابة إلى الأوراق السليمة . يحدث مثل هـذا الانتقال أيضا عند تخزين التقاوى ، فقد يتلامس النبت السليم والمصاب وتحدث الاصابه عند الاحتكاك وخاصة عند فرز التقاوى . ينتقل الفيروس أيضا عن طريق سكين التقطيع وذلك عند اجراء عملية تقطيع التقاوى ، ويزداد الانتقال بهذه الوسيلة إذا كان القطع خلال العيون حيث يزداد بها تركيز الفيروس .

ينتشر الفيروس فى الحقل بواسطة العاملين والأدوات الملوثة والحيوانات مثل الكلاب . وقد وجد حديثا أن الفيروس ينتقل بواسطة الجراثيم الهدبية لفطر *Synchytrium endobioticum* المنطلقة أو المتحررة من درنات نباتات البطاطس المصابة بفيروس X . ينتقل الفيروس عن طريق الحامول . لا ينتقل فيروس X بالحشرات ولو أن بعض النتائج تشير إلى إنتقال الفيروس عن طريق بعض الحشرات القارضة إلا أنها ليست ذو أهمية كبيرة لعدم تأكيدها التام .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٧٠°م تقريبا، ودرجة التخفيف النهائية من ١٠—٥ إلى ١٠—٦، بينما مدة التعمير *in vitro* على درجة حرارة الغرفة تختلف من عدة أسابيع إلى سنة باختلاف سلالة الفيروس المستخدمة.

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن يبلغ ٥١٥ نانومتر فى الطول و ١٢ نانومتر فى العرض .

الأعراض : تختلف أعراض الاصابة باختلاف الصنف وسلالة الفيروس والظروف البيئية . معظم الأصناف تحمل الفيروس بدون ظهور أعراض خارجية ، ولذا يتحتم على منتج التقاوى أن لا يعتمد على المظهر الخارجى للنبات فى إجراء عملية إنتخاب النباتات السليمة بل يجب إتباع الطرق السيرولوجية للتمييز بين النباتات المصابة والسليمة . البعض الآخر من الأصناف يعطى عند إصابته أعراض تبرقش بين العروق مع تقزم خفيف أو تشوه ضعيف للمجموع الخضرى، بينما على البعض الثالث من الأصناف يعطى أعراضا حادة، فمثلا على الصنفين Arran Crest و Epicure تسبب الاصابة ظهور نيكروزس على القمة النامية تؤدى إلى موت النباتات كما يظهر على النباتات الناتجة من درنات مصابة نيكروزس حاد وتموت . هذه القابلية الشديدة للاصابة تعنى وجود مناعة عملية

practical immunity حيث أن النباتات إما أن تكون سليمة أو تصاب فتموت .

يكون الفيروس أجساما محتواه (X - bodies) تظهر ككتل واضحة فى خلايا البشرة وشعيرات الورقة والنسيج العمادى والاسفنجى وكذلك النسيج البرانشيمى للعروق . وأجسام X ذات تركيب حبيبى تحتوى على العديد من الفجوات وتوجد بالقرب من النواة أو متلاصقة معها ولكن يمكن تمييزها عنها بسهولة . تختلف أجسام X فى أحجامها من ٦ - ٠٠٥ ميكرون

المدى العوائلى: يصيب الفيروس بالإضافة إلى البطاطس نباتات الطماطم والدخان والفلفل والداتوره وعنب الديب وغيرها ، كما يصيب بعض النباتات خارج العائلة الباذنجانية .

يعطى الفيروس بقعا موضعية على الجمفرينا *Gomphrena globosa*

والزربيح *Chenopodium amaranticolor*

فيروس A البطاطس
POTATO VIRUS A

المرادفات : Potato supermild mosaic; Potato common mosaic

مقدمة : ينتشر الفيروس فى أوروبا الغربية وخاصة هولندا وقد انتقل منها إلى البلاد الأوروبية الأخرى ثم إلى البلاد التى تستورد تقاوى البطاطس من تلك الدول مثل البلدان العربية . يؤثر الفيروس تأثيرا ملحوظا على محصول البطاطس وخاصة عند وجوده مع فيروسات أخرى مثل فيروس X .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة . الناقل الحشرى هو المن. ويعتبر من الخوخ *Myzus persicae* أكثر حشرات المن كفاءة فى النقل . الفيروس من النوع المحمول بأجزاء الفم **stylet - borne**

خواص الفيروس فى العصير : تختلف درجة الحرارة المميتة من ٤٤ إلى٥٢°م تبعا للسلالةالمستخدمة . ودرجة التخفيف النهائية تقع ما بين ١ : ٥٠ و ١ : ١٠٠ ومدة التعمير ***in vitro*** من ١٢ إلى ٢٤ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس عصوى مرن يبلغ ٧٥٠ نانومتر فى الطول و ١٥ نانومتر فى العرض .

الأعراض : تختلف الأعراض باختلاف الصنف المصاب . على بعض الأصناف يعطى الفيروس فى الأطوار المبكرة للاصابة تبرقش ضعيف وشفافية للعروق مصحوبة بتموج ضعيف لحواف الأوراق . تختفى الأعراض بتقدم النبات فى العمر. البعض الآخر من الأصناف يحمل الفيروس بدون أعراض بينما على البعض الثالث يسبب الفيروس نيكروزس للقمة مؤديا إلى موت النبات .

المدى العوائل: يصيب الفيروس نباتات العائلة الباذنجانية. من نباتات الاختبار الهامة لفيروس A الدخان صنف **White Burley** حيث يعطى أعراض شفافية العروق يعقبها ظهور تحزم العروق ، وكذلك نباتات ***Solanum demissum*** حيث يعطى عليها بقع موضعية ممكن تمييزها عن البقع الموضعية التى تعطيها فيروسات البطاطس الأخرى .

بعض فيروسات البطاطس الأخرى

فيروس موزايك أوكيوبا البطاطس	Pototo aucuba mosaic virus
فيروس تكتل القمة فى البطاطس	Potato mop-top virus
فيروس باراكرنكل البطاطس	Potato paracrinkle virus
فيروس الدرنة المغزلية فى البطاطس	Potato spindle tuber virus
فيروس تقزم البطاطس	Potato stunt virus
فيروس S البطاطس	Potato virus S
فيروس إصفرار وتقزم البطاطس	Potato yellow dwarf virus
فيروس إصفرار عروق البطاطس	Potato yellow vein virus

مقاومة أمراض البطاطس الفيروسية

تصاب البطاطس فى مصر بعدد من الأمراض الفيروسية التى تنتقل عن طريق درنات النباتات المصابة . وتعتبر هـــذه الأمراض فى مصر مشكلة ما زال من الصعب حلها ولذا نستورد سنويا من الخارج تقاوى بطاطس سليمة خالية من الفيروس . وبالرغم من أن الظروف الجوية السائدة فى العروة النيلية تساعد على إنتاج محصول بطاطس أكبر من الناتج من العروة الصيفية إلا أن ما يحدث هو العكس تماما ويرجـــع ذلك بالدرجة الأولى إلى الأمراض الفيروسية . ففى العروة الصيفية تكون الزراعة بتقاوى مستوردة من الخارج ثم يؤخذ من هذه العروة جزءا من الدرنات لاستعمالها كتقاوى للعروة النيلية وهذه الدرنات عادة ما تكون مصابة .

زراعة الأصناف المقاومة تعتبر من أهم الطرق الفعالة لمقـــاومة أمراض

البطاطس الفيروسية ، إلا أن أصنـــاف البطاطس تختلف فيما بينهـا فى درجة مقاومتها للأصابة ، وقد يكون هناك صنفا مقاوما للاصابة ببعض الفيروسات ، وغير مقاوم للبعض الآخر .

وفى مصر يجب العمل على إنتاج تقاوى خالية بقدر الامكان من الأمراض الفيروسية لزراعتهـا فى العروة النيلية . ويمـــكن التوصل إلى ذلك عن طريق تخصيص مكان عند زراعة العروة الصيفية يخصص لانتـاج بطـاطس تستخدم كتقاوى للعروة النيلية ، وهناك رتب معينة من البطاطس المستوردة بعضها خاص بانتاج التقاوى يمكن استعمالهـا لهذا الغرض . عند انتـاج تقـاوى للعروة النيلية يجب مراعاة التالى :ـ

١ — إتباع دورة زراعية لا تقل عن ثلاث سنوات .

٢ — التبكير بقدر الامكان فى الزراعة خلال شهر ديسمبر .

٣ — إستخدام الرتب المستوردة المخصصة لانتاج التقاوى .

٤ — نظراً لأن كثير من الأمراض الفيروسية تنتقل ميكانيكيا عن طريق العصارة ، فان عملية تقطيع الدرنات ينتج عنها تلوث سكاكين القطع المستخدمة لذلك يستحسن إستخدام تقاوى كاملة (درنات صغيرة تتراوح بين ٣٥-٤٥مم) فى الزراعة .

٥ — مقاومة الحشرات باستمرار وعلى فترات ملائمة وبخاصة المن ويستمر برنامج المقاومة حتى قبل تقليع المحصول بوقت قليل .

٦ — المرور على النبـــاتات دوريا مرة على الأقل كل أسبوع وإقتلاع

النباتات المصابة كاملة وبدرناتها ثم توضع فى أجولة محكمة القفل وتحرق بعيداً عن الحقل .

وبالرغم من أنه يصعب التمييز فى الحقل بين النباتات السليمة والمصابة ببعض الفيروسات ، وأن ذلك يحتاج إلى خبرة خاصة فإن دوام المرور على الحقل يؤدى إلى التعرف على النباتات التى تظهر عليها أعراضا مرضية ، كما يمكن التعرف على الفيروسات المختلفة عن طريق عدوى النباتات الدالة وكذلك بواسطه الطرق السيرولوجية التى يمكن إستخدامها فى المعمل أو الحقل والتى تكشف أيضا عن الاصابات الكامنة .

هذا وقد توصلت وزارة الزراعة المصرية ممثلة فى قسم بحوث الفيروس وقسم بحوث الخضر إلى نتائج مبشرة فى هذا المجال .

ثالثا : الباذنجان

Eggplant (*Solanum melongena*)

فيروس موزايك الباذنجان

EGGPLANT MOSAIC VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، كما ينتقل بالخنفساء البرغوثية *Epitrix* sp.

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٧٨°م، ومدة التعمير *in vitro* عدة أسابيع .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى ويبلغ قطره ٣٠ نانومتر .

الاعراض : تظهر على النباتات المصابة طبيعيا أعراض موزايك يتكون من مناطق خضراء فاتحة وأخرى داكنة .

المدى العوائلي : يصيب الفيروس تجريبيا بعض نباتات العائلة الباذنجانية والرمرامية .

ومن النباتات المفرقة الهامة لهذا الفيروس نباتات *Nicotiana clevelandii* حيث يعطى عليها بقع موضعية نيكروزية متبوعة باصفرار جهازى للعروق وشحوب شديد للأوراق ، وكذلك نباتات *Chenopodium amaranticolor* التى يظهر عليها بقع شاحبة مع موزايك أصفر وتشوه للأوراق .

هذا وقد تم عزل فيروس آخر من الباذنجان يعطى عليه أعراض تبرقش وتقزم وينتقل بالمن وأطلق عليه نفس الاسم وهو فيروس موزايك الباذنجان . وقد ثبت أن هذا الفيروس ما هو إلا سلالة من سلالات فيروس موزايك الخيار .

رابعا : الفلفل

Pepper (*Capsicum annum*)

فيروس موزايك الفلفل

CHILLI (PEPPER) MOSAIC VIRUS

المرادفات : *Capsicum* mosaic virus, Pepper mosaic virus.

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ولا يبدو أنه ينتقل بالبذور . الناقل الحشرى هو المن *Myzus persicae, A. euonymi, Aphis gossypii* . والفيروس من النوع المحمول بأجزام الفم .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٦٠°م . درجة التخفيف النهائية ١ : ٣٠,٠٠٠ . مدة التعمير على درجة حرارة الغرفة تبلغ ٩٦ ساعة

الاعراض : تظهر الأعراض المبكرة فى صورة شفافية لعروق الأوراق الصغيرة متبوعة بتبرقش شديد وظهور مناطق خضراء فاتحة وأخرى داكنة تنتشر على سطح الورقة . وقد تختزل الأوراق فى الحجم وتتجعد تجعدا خفيفاً وتلتف حوافها . تتقزم النباتات المصابة ، وفى حالات الاصابة الشديدة تعطى النباتات عدداً قليلا من الأزهار والثمار .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس تجريبيا بعض نباتات العائلة الباذنجانية والقرعية والمركبة ويعطى الفيروس بقعا موضعية فقط على الأوراق المعداة لنباتات البنجر .

الفصل الثانى

فيروسات العائلة البقولية

Fam. Lagumiıosac

أولا : الفاصوليا

Bean (*Phaseolus vulgaris*)

فيروس موزايك الفاصوليا

BEAN MOSAIC VIRUS

المرادفات: Common bean mosaic virus; Bean common mosaic virus; Bean curly leaf virus .

مقدمة : ينتشر الفيروس انتشاراً كبيراً ويوجد فى جميع أنحاء العالم حيث تزرع أصناف الفاصوليا القابلة للاصـــابة به ، كما أنه يوجد وينتشر فى جمهورية مصر العربية .

الانتقال : ينتقل الفيروس تجريبياً بواسطة العصارة مع بعض الصعوبة ولذلك ينصح باستخدام مادة خادشة مثل السليت أو الكاربورانذم .

ينتقل الفيروس عن طريق البذور الناتجة من نباتات مصابة ، وتختلف النسبة المئوية للانتقـــال عن طريق البذور حيث تتراوح ما بين ٣٠ و ٥٠ ٪ ، وقد تتواجد داخل القرن الواحد بذوراً مصابة وأخرى سليمة . تختلف نسبة البذور المصابة تبعا لطور النبات الذى حدثت فيه الاصابة . فالنباتات الناتجة من بذور تحمل الفيروس أو النباتات التى تصاب مبكراً فى أوائل موسم النمو تعطى نسبة

عالية من البذور المصابة، وبينما النباتات التى تصاب فى أطوار نمو ـــها المتأخرة تعطى نسبة أقل من البذور المصابة . القرون المتكونة مبكرا على النباتات المصابة تعطى نسبة عالية من البذور المصابة عن تلك التى تعطيها القرون المتكونة متأخرا. فى معظم الحالات التى تحدث فيها إصابة النبات بعد التزهير فإن الفيروس لا يصل إلى البذور . قد ينتقل الفـيروس أيضاً إلى النباتات السليمة عن طريق حبـوب لقاح من آباء مصابة .

عديد من أنواع المن يقوم بنقل الفيروس ومن أهمها *Aphis rumicis* و *Macrosiphum gei* و *M. pisi* والفيروس من النوع المحمول بأجزاء الفم.

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٥٦ — ٥٨°م . درجة التخفيف النهائية ١ : ١٠٠٠ . ومدة التعمير *in vitro* ٢٤ - ٣٢ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس عصوية طويلة (خيطية) يبلغ طولها ٧٣٠ نانومتر وعرضها ١٥ نانومتر .

الأعراض : تختلف الأعراض الناتجة باختلاف صنف الفاصوليا المصاب فبعض الأصناف منيع للاصابة والبعض الآخـر تظهر عليه أعراض خفيفـة والبعض الثالث قد يصاب بشدة . كذلك تختلف الأعراض أيضا تبعـاً لوقت حـدوث الأصابة وتبعاً للظروف البيئية السائدة ، وتميـل الأعراض إلى الاختفاء تحت درجات حرارة أقل من ١٦°م وأعلى من ٢٨°م، فى حين تكون واضحة بين هاتين الدرجتين .

تحت الظروف الملائمة فإن الأعـراض التى تظهر على صنف Stringless Green Pod Refugee تكون متباينة . تظهر على الأوراق التى تتكشف وقت

حدوث الاصابة شحوب وتجعد وتكون الأوراق صلبة إلى حد ما ومدلاه وأعناقها أقصر من أعناق الأوراق السليمة ، ولاتلتف حواف وريقاتها كما لايظهر عليها تبرقشات موازيكية ويختلف الوضع بالنسبة للأوراق التى تظهر بعد ذلك . وبالنسبة للنباتات الناتجة من بذور مصابة فإنه يظهر شحوب عام على الورقتين الاوليتين أو تظهر مناطق خضراء فاتحة وأخرى داكنة على نصل الورقة وعادة ما تكون المناطق الخضراء الفاتحة ممتدة على طول حواف الأوراق . أما بالنسبة للأوراق الثلاثية التى تظهر بعد ذلك على النباتات المصابة فإنها تكون ملتفة إلى أسفل وقد يظهر على بعضها بوضوح مظهر الموزايك فتوجد مناطق داكنة وأخرى فاتحة وتكون المناطق الفاتحة أكثر وضوحاً عند حواف الأوراق ، وتنمو المناطق الداكنة أسرع من المناطق الفاتحة فينتج عن ذلك تجعدات وخاصة على المناطق المجاورة للعرق الوسطى ، وتلتف حواف الأوراق إلى أسفل وتأخذ الوريقات الشكل الفنجانى . بتقدم النباتات فى العمر تقل حدة هذه الأعراض .

وبالاضافة إلى الأعراض السابقة فإن النباتات المصابة تكون متقزمة وأعناق أوراقها قصيرة وتتشوه الأزهار والقرون . قد ينتج عن الاصابة المبكرة عدم تكون قرون أو تكون القرون صغيرة ضامرة ، أما إذا حدثت الاصابة متأخرة فإن القرون عادة ما تكون بذورها صغيرة نسبياً .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس العديد من النباتات التابعة للعائلة البقولية ويسبب لها إصابة جهازية . لايصيب هذا الفيروس نباتات البسلة وبسلة الزهور.

المقاومة : توجد بعض أصناف الفاصوليا المقاومة لهذا المرض ويجب استخدام مثل هذه الأصناف فى الزراعة ، كما يجب زراعة بذور خالية من الفيروس

ناتجة من نباتات سليمة . مقاومة الحشرات الناقلة ليست فعالة بدرجة كبيرة ولكنها قد تقلل من نسبة الأصابة .

فيروس الموزايك الاصفر فى الفاصوليا

BEAN YELLOW MOSAIC VIRUS

المرادفات : Sweet clover mosaic ; Sweet and Red colver mosaic; Bean virus 2 ; Bean dwarf mosaic ; Pea stunt mosaic , Gladiolus mosaic virus ; Bean black root virus .

مقدمة : يوجد الفيروس فى أمريكا والبرازيل والصين والهند واليابان وانجلترا وهولندا وبلجيكا وغيرها كما يوجد الفيروس فى مصر أيضاً .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ويزيد الكاربوراندم من سهولة وكفاءة النقل ، أما عن البذور فإن الغالبية العظمى من الأبحاث ترجح عدم إنتقال الفيروس عن طريقها .

ينتقل الفيروس بأنواع عديدة من المن مثل *Acyrthosiphum* , *Aphis fabae* , *Myzus persicae*, *pisum*. الفيروس من النوع المحمول بأجزاء الفم حيث وجد أن حشرة *M. persicae* تكتسب وتنقل الفيروس بعد فترة تغذية على النبات المصاب والسليم لاتتعدى ثوان معدودة .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٥٦ - ٦٠°م . درجة التخفيف النهائية ١ : ٨٠٠ — ١ : ١٠٠٠ . مدة التعمير *in vitro* ٢٤ — ٣٢ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن (خيطى) يبلغ ٧٥٠ نانومتر فى الطول و ١٥ نانومتر فى العرض .

الأعراض: أعراض الموزايك الأصفر تكون بصفة عامة أشد من أعراض الموزايك العادى وتطغى عليها وكثيرا ما يصعب التمييز بينهما فى الحقل. عموماً تختلف الأعراض إلى حد ما تبعا للصنف المصاب، فهناك بعض الأصناف التى تظهر عليها أعراض نيكروزية وذلك على الأوراق الصغيرة، فى حين يكون هناك ميلا فى البعض الآخر من الأصناف إلى حدوث تشوهات مختلفة، كاقد تختلف الأعراض على بعض الأصناف الأخرى.

تتلخص الأعراض التى تظهر على نباتات الفاصوليا صنف Refugee Green فى أنها تكون أكثر شدة عن تلك الناشئة عن مرض الموزايك العادى، فبجانب التواء الوريقة إلى أسفل فإن النصل يتجه أيضاً إلى أسفل من عند منطقة إتصاله بالعنق، وهذا العرض قد يميز بين هذه الفيروسين. نتيجة للأصابة فإن سطح الوريقة يصبح غير منتظم وتظهر بقعاً صفراء تنتشر بالتدريج لتغطى سطح الوريقات مسببة إصفراراً عاما لها. بالنسبه لوريقات أول ورقة ثلاثية فإنها لاتظل ملتوية إلى أسفل إذ بزيادة نموها فى الحجم تصبح مقعرة تقعيرا خفيفا على الأسطح العلوية وتأخذ لوناً براقاً. يظهر على وريقات الورقة الثلاثية الثالثة والرابعة تبرقش واضح عبارة عن مناطق خضراء مصفرة ومناطق خضراء داكنة، تكون أوضح فى تباينها من تلك الناشئة عن الأصابة بفيروس الموزايك العادى. إلتواء الأوراق إلى أسفل والذى غالباً مايكون مصاحباً للأصابة بالموزايك العادى لايكون عرضاً مميزاً للموزايك الأصفر فى الأطـــوار المتقـدمة من المرض. كذلك فإن النباتات المصابة بالموزايك الأصفر لاتختفى عليها مظاهر الاصابة فى الأطوار المتأخرة من نموها، ولكن أعراض التبرقش تزداد وضوحاً بتقدم النباتات فى العمر. بالإضافة إلى تلك الأعراض فإن النباتات المصابة تكون متقزمة وتأخذ

مظهراً شجيريا نتيجة لصغر طول السلاميات وزيادة التفريع ، ويتأخر النضج ويقل إنتاج القرون بدرجة كبيرة .

أظهر الفحص بالميكروسكوب الالكترونى وجود محتويات بلورية داخل أنوية خلايا أوراق الفاصوليا والفول المصابة بهذا الفيروس هذه المحتويات تتواجد غالباً فى مجاميع فى داخل الأنوية، بينما تكون عادة على هيئة فردية فى النويات، كذلك وجدت بعض المحتويات البلورية فى السيتوبلازم .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس عدداً كبيراً من العوائل ، بعضها تجريبيا وبعضها طبيعياً ، بعضها من العائلة البقولية وبعضها خارج هذه العائلة ، بعضها من ذوات الفلقتين والقليل من ذوات الفلقة الواحدة . يعطى الفيروس بقعاً موضعية على أوراق نبات *Tetragonia expansa* ويعطى تبرقش موزايكى على الفريزيا مع تقليل فى المجموع الخضرى لبعض الأصناف ، كذلك يعطى تبرقش موزايكى على الجلاديولس وعلى بعض أصناف البسلة .

يلاحظ أن الفيروس لا يصيب بعض النباتات التى يصيبها فيروس الموزايك العادى مثل *Phaseolus lantus* و *P. calcaratus* ، كما يصيب بعض النباتات التى لا يصيبها فيروس الموزايك العادى مثل البسلة .

المقاومة : نظراً لأن بعض أنواع البرسيم (crimson and red clovers) وكذلك الجلاديولس تعتبر مصدراً رئيسياً للاصابة فإنه يجب عدم زراعة الفاصوليا بجوار هذه المحاصيل ، كما يجب التخلص من النباتات المصابة بمجرد ملاحظتها ، ولكن إذا ما كانت الاصابة سريعة الانتشار فإن التخلص من النباتات المصابة يصبح غير عمليا .

كذلك فإن هناك العديد من المحاولات لتربية وإنتخاب الأصناف المقاومة .

فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبى

SOUTHERN BEAN MOSAIC VIRUS

المرادفات : Southern bean mosaic virus 1;Bean southern mosaic virus ; Bean mosaic virus 4; Bean pod mottling and distorting virus.

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، كما وجد أن خنفساء أوراق الفاصوليا *Ceratoma trifurcata* تقوم بنقل إحدى سلالات هذا الفيروس (سلالة اللوبيا) . تكتسب الحشرة الفيروس بعد فترة تغذية على النبات المصاب تصل إلى ٢٤ ساعة وتكون نسبة إنتقال الفيروس إلى نباتات اللوبيا بواسطة الحشرة أعلى ما يمكن خلال ٥ — ٨ أيام بعد إكتساب الفيروس ، كما تظل الحشرة محتفظة بالفيروس لمدة تصل إلى ١٩ يوم .

معظم سلالات هذا الفيروس تصيب الأجنة إلا أنها عادة ما تثبط بنضج البذور وبالتالى فان الفيروس لا ينتقل عن طريق البذور باستثناء سلالة واحدة هى التى تنتقل بهذه الطريقة ولكن بنسبة منخفضة .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تبلغ ٩٥°، ودرجه التخفيف النهائية تصل إلى ١ : ٥٠٠٫٠٠٠، ومدة التعمير *in vitro* تبلغ حوالى ثمانيه أشهر على درجة ١٨ م .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس كرويه وذات قطر يبلغ ٢٧ نانومتر .

الاعراض : تختلف الأعراض الناتجة عن الاصابة بهذا الفيروس تبعا لاختلاف صنف الفاصوليا المصاب ، فعلى بعض الأصناف لا تظهر إلا بقعا موضعية فقط وعلى البعض الآخر تظهر أعراض الموزايك فى حين أن القليل من الأصناف يظهر عليها أعراض جهازية نيكروزية .

أول أعراض الإصابة الجهازية تكون عبارة عن تبرقش خفيف للأوراق الثلاثية ، يكون مشابها لما ينتج عن الإصابة بفيروس موزايك الفاصوليا العادى ، وبمرور الوقت يصبح هذا التبرقش شديد وعام . عادة ما يحدث تحزم للعروق وتصبح الأوراق مجعدة وعليها بثرات . عموما فإن الأعراض على بعض الأصناف قد تكون خفيفة بحيث قد لا يمكن ملاحظتها فى حين أنها على البعض الآخر قد تظهر فى صورة نيكروزس لعروق الأوراق الثلاثية الصغيرة وقد ينتج عن ذلك تساقط الأوراق .

وتكون الأعراض التى تظهر على القرون أكثر وضوحا من تلك الناشئة عن الاصابة بأى فيروس آخر ، فتظهر تلطخات خضراء داكنة غير منتظمة الشكل على قرون بعض الأصناف أو تظهر مناطق صفراء مخضرة على قرون بعض الأصناف الاخرى

المدى العوائلى : لا يصيب الفيروس إلا بعض الانواع التابعة للعائلة البقولية فقط .

بعض فيروسات الفاصوليا الاخرى

فيروس إلتفاف أوراق الفاصوليا	Bean leaf roll virus
فيروس الشحوب الموضعى فى الفاصوليا	Bean local chlorosis virus
فيروس نيكروزس الفاصوليا	Bean necrosis virus
فيروس تبرقش قرون الفاصوليا	Bean pod mottle virus
فيروس موازيك الفاصوليا الغربى	Western bean mosaic virus

ثانياً : الفول
Broad been (*Vicia faba*)

فيروس تبرقش الفول
BROAD BEAN MOTTLE VIRUS

مقدمة : ينتشر الفيروس فى إنجلترا وألمانيا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ، وبالنسبة لانتشاره فى الحقل فانه لايعرف إلى الآن طبيعة هـــذا الانتشار . طريقة توزيع النباتات المصابة فى الحقل فرضت إحتمال وجـود ناقـل حشرى لهذا الفيروس ولكن التجارب التى أجريت على ٥ أنواع من المن ونوع واحـد من الخنافس لم تؤدى إلى نقل الفيروس . كذلك فإن البذور التى جمعت من نباتات فـول ونبـاتات فاصوليا مصابة أعطت بادرات سليمة مما أكد عدم إنتقال الفيروس عن طريق البـذور .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميته تبلغ ٥٩° م، ودرجة التخفيف النهائية تصل إلى حـوالى ١ : ١٠٠٠٠، وفترة التعمير *in vitro* تقدر بحوالى ثلاث أسابيع .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى الشكل وقطره ٢٦ نانومتر .

الاعراض : عند عدوى نباتات الفـول فإن الإوراق المعداه لايظهر عليها بقعا موضعية ولكن تبدأ الأعراض فى الظهور على صورة شفافية عروق للاوراق الصغيرة وذلك بعد حـوالى أسبوع أو أكثر من العدوى . بعد ذلك يتلاشى هذا العرض ويحل محـــله تبرقش بين العروق يتحول فى الشتاء إلى نيكروزس شديد

إذ تسود حواف الأوراق أولا ثم يمتد موت الخلايا إلى باقى الورقة ، كما تموت القمم النامية والأفرع الابطية .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود جدا فيصيب بعض أنواع الفاصوليا والبسلة والبرسيم ، وتستخدم نباتات *Lourea vespertilionis* و*Coronilla varia* كعوائل مشخصة .

فيروس تلون بذور الفول
BROAD BEAN STAIN VIRUS

المرادفات : Broad bean Evesham stain virus

مقدمة : يوجد الفيروس فى انجلترا وألمانيا واستراليا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، كما ينتقل بنسبة ضئيلة عن طريق البذور .

لا يعرف حتى الآن وعلى وجه التحديد ناقلات لهذا الفيروس .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع بين ٦٠ — ٦٥°م، ودرجة التخفيف النهائية تقع بين ١٠ $^{-٣}$ — ١٠ $^{-٤}$ ، وفترة التعمير *in vitro* تصل إلى حوالى ١٠ — ١٧ يوم على درجة ١٨ م وتصل إلى حوالى ٣١ يوم على درجة ٤ م وتزيد عن ذلك كثيرا إذ قد تصل إلى عام على درجة — ١٥ م.

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس كروية ذات قطر ٢٥ نانومتر . بعض الجزيئات يحتوى على ٣٥ ٪ حامض نووى والبعض يحتوى على حوالى ٢٦ ٪، فى حين أن بعض الجزيئات الأخرى لا يحتوى على حامض نووى .

الاعراض : تظهر الأعراض على بعض أوراق النبات فى حين تبقى بعض الأوراق سليمة ، وتكون الأعراض متوسطة أو تختفى صيفاً فى حين تكون

واضحة وشديدة فى الجو البارد . تظهر على الأوراق المصابة مناطق خضراء وأخرى صفراء معطية إياها المظهر الموازيكى ، مع حدوث بعض التجعدات نتيجة للنمو الغير متماثل للأجزاء الصفراء والخضراء وتظهر على قصرة البذور بعض التلون الذى يميل إلى البنى المحمر (شكل ٢٦) .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود فبجانب الفول فهو يصيب بعض أنواع الفاصوليا والبسلة جهازيا ، كما يعطى على بعض أصناف الفاصوليا إصابة موضعية.

فيروس موزايك الفول الحقيقى

BROAD BEAN TRUE MOSAIC VIRUS

المرادفات : Echte ackerbohnemosaik virus

مقدمة : يوجد الفيرس فى انجلترا وألمانيا واستراليا وقد وجده المؤلفون فى مصر على بعض أصناف الفول المستورده . يشبه هذا الفيروس إلى حد كبير فيروس تلون البذور فى الفول إلا أنهما غير متقاربان سيرولوجيا . ويمكن التفرقة بين هذين الفيروسين عن طريق الاختبارات السيرولوجية وعن طريق بعض العوائل .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، وينتقل عن طريق البذور بنسبة ضئيلة وقد وجد أن السلالة التى عزلت فى مصر تنتقل عن طريق حوالى ١ ٪ من البذور المصابة . لا يعرف حتى الآن لهذا الفيروس ناقل حشرى .

خواص الفيروس فى العصير : تتشابه خواص هذا الفيروس مع خواص فيروس تلون البذور ، وقد وجد المؤلفون أنه بالنسبة للسلالة التى عزلت فى

مصر أن درجة الحرارة المميتة تقع بين ٦٠ — ٦٥° م وأن درجـــة التخفيف النهائية تقع بين ١٠^-٤ — ١٠^-٥ وأن فترة التعمير *in vitro* كانت حوالى ٧٢ ساعة على درجة ٢٥م .

مورفولوجيا الفيروس : يماثل فيروس تلون البذور .

الاعراض : تتشابه بدرجة كبيرة مع الاعراض الناشئة عن الاصابة بفيروس تلون البذور .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود ، وهو يصيب عدد كبير من أصناف الفول المختلفة ، وبعض سلالاته تصيب الفاصوليا والبسلة وبعضها يعطى بقعا موضعية على الأوراق المعداه لنباتات *Chenopodium amaranticolor* و *C. album* .

بعض فيروسات الفول الأخرى

فيروس الذبول الوعائى فى الفول Broad bean vascular wilt virus

فيروس الموزايك المعتدل فى الفول Broad bean mild mosaic virus

ثالثا : البسلة

Pea (*Pisum sativum*)

فيروس موزايك البسلة

PEA MOSAIC VIRUS

المرادفات : Common pea mosaic virus ; Red clover mosaic virus

مقدمة : ينتشر الفيروس إنتشارا كبيرا فى عديد من البلاد المختلفة فيوجد فى إنجلترا وأوربا بصفة عامة وينتشر بكثرة فى الولايات المتحدة وأستراليا واليابان وغيرها ، كما يوجد الفيروس فى مصر .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ويفضل إستخدام مادة خادشة ، ولاينتقل الفيروس خلال البذور ولكنه ينتقل بواسطة حشرات المن مثل *Acyrthosiphon pisi* و *Myzus persicae* و *Aphis fabae* و ***Aphis rumicis*** .

تكتسب الحشرة الفيروس وتنقله بعد ٥ دقائق من التغذية على كل من النباتات المصابة والسليمة . هناك فيروس أكتشف فى الهند عام ١٩٦٧ يسبب موزايك فى البسلة ، ويبدوا أنه راجع لنفس الفيروس وتنقله حشرة المن *Aphis craccivora*

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميته ٦٠ - ٦٤°م . درجة التخفيف النهائية ١ : ٥٠٠٠ ، ومدة التعمير ***in vitro*** تبلغ حوالى ٤٨ - ٧٢ ساعه .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس عصوى مرن يبلغ فى الطول ٧٧٥ نانومتر .

الاعراض : الأعراض التى يسببها هذا الفيروس على البسله قد تختلف بشكل ملحوظ تبعا لاختلاف العوامل البيئية وتبعا لعمر النبات .

إذا أعدى نبات بسله فإن أولى الأعراض تكون فى صورة شفافية عروق الأوراق الحديثة . الأعراض المتأخرة تتميز بشحوب أو إصفرار واضح على

الأوراق مع وجود مناطق خضراء قاتمة منتشره على نصل الوريقة . تميل بعض الأصناف المصابة إلى إظهار إصفرار عام فى حين يظهر على بعض الأصناف الأخرى تبرقش مميز . عادة ماتكون الأعراض أكثر شدة على الأجزاء العلوية للنبات . تقزم النباتات المصابه عرض شائع ومميز للاصابة بهذا الفيروس .

يكون الفيروس أجساما محتواه فى سيتوبلازم خلايا المناطق الصفراء من الأوراق المصابة . هذا ولم تلاحظ أجسام محتواه فى النواه ولا البلاستيدات الخضراء ولا الميتوكوندريا .

المدى العوائلى : للفيروس مجال عوائلى ضيق فهو يصيب نباتات العائلة البقولية ولكنه لا يصيب الفاصوليا .

المقاومة : ينصح بمقاومة حشرات المن الناقله باستخدام مستحلب من الزيت المعدنى mineral oil المخفف بالماء بنسبة ٣ : ١٠٠ .

فيروس الموازيك والنموات الزائدة فى البسلة

PEA ENATION MOSAIC VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس فى أمريكا ، ولقد وصف مرض يصيب الفول فى ألمانيا ومن المحتمل أنه ناشىء عن الاصابة بهذا الفيروس . كذلك فإن المرض قد سجل فى بعض البلاد المختلفة مثل هولندا وانجلترا ومن المحتمل وجودة بوجه عام فى أوربا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا مع استخدام ماده خادشة ، كما ينتقل بواسطة المن : *Acyrthosiphon pisum* و *Macrosiphum euphorbiae* و *Myzus persicae* . تكتسب الحشرة الفيروس بعد فترة تغذية مدتها ١ - ٢ ساعة وتنقله إلى النباتات السليمة بعد فترة تغذية لمدة ٥ دقائق ،

وتظل الحشرة حاملة للفيروس حـــوالى ٢٩ يوم . تظل الحشرة معدية بعد إنسلاخها ، وقد وجد أن جميع المن يظل محتفظا بالفيروس على الأقل بعد إنسلاخ واحد فى حين أن هناك نسبة مرتفعة تظل محتفظة بـه حتى بعد ٣ إنسلاخات . تؤيد الأبحاث المختلفة أن هذا الفيروس من الفيروسات العابرة داخل جسم الحشرة .

خواص الفيروس فى العصير : وجد Pierce عام ١٩٣٥ أن درجة الحرارة المميته تبلغ ٥٦ - ٥٨°م ودرجة التخفيف النهائية ١ : ٣٠٠٠ ومدة التعمير *in vitro* ٣ أيام ، أما Ott عام ١٩٦٧ فقد حصل على نتائج تختلف إختلافا طفيفا عن النتائج السابقة إذ وجـــد أن درجة الحرارة المميته تقع بين ٥٠ - ٥٥°م ودرجة التخفيف النهائية تبلغ ١ : ١٠٠٠ ومدة التعمير لا تزيد عن ٣٢ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : الجزيئات الفيروسية كروية ويوجد منها نوعين ، ويبدو أن أحد هذين النوعين يحتوى على RNA بنسبة ٢٨ ٪ ويحتوى النوع الثانى على ١٨ ٪ . قطر الجزيئات الفيروسية ٢٨ - ٣٠ نانومتر .

الأعراض : النموات الزائدة التى يكونها هذا الفيروس على النباتات المصابه تعتبر عامل مميز للاصابة به حيث أن فيروسات البقوليات الأخرى لا تظهر على النباتات البقولية مثل تلك النموات . يسبب هذا الفيروس غالبا أعراضا شديده على نباتات البسلة ، وتتكون الأعراض من تبرقش وتجعد وعـــدم إنتظام الأوراق والأذينات . تظهر على الأوراق بقع تميل إلى الاصفرار ثم تصبح فـــيما بعد بيضاء شفافه إلى حد ما . بعض الأصناف الشديدة القابلية للاصابة يظهر عليها بقع نيكروزية مصحوبة بتكوين زوائد على السطح السفلى للأوراق .

إذا حدثت الاصابة قبل الازهار فإن القرون الناتجة على النباتات المصابه تكون مشوهة ومتقزمة وتحوى بذورا ذات حجم أصغر من السليمة ولونها أكثر إصفرارا .

وقد وجدت تجمعات كبيرة للفيريونات داخل الأنويه ولم توجد فى الميتوكوندريا . يهاجم الفيروس أنوية الخلايا ويتضاعف فيها ومنها يتجه إلى سيتوبلازم الخلية المصابة .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود ويصيب أساسا بعض النباتات البقولية ، إلا أنه يصيب بعض النباتات الغير بقولية أيضا كما يعطى بقعا موضعية على الأوراق المعداه لنباتات *Chenopodium amaranticolor* و *C. quinoa*

بعض فيروسات البسلة الأخرى

فيروس التلون البنى المبكر فى البسلة	**Pea early browning virus**
فيروس إلتفاف أوراق البسلة	**Pea leaf - roll virus**
فيروس نيكروزس البسلة	**Pea necrosis virus**
فيروس التخطيط فى البسلة	**Pea streak virus**

رابعا : اللوبيا

Cowpea (*Vigna* spp.)

فيروس موزايك اللوبيا
COWPEA MOSAIC VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس فى الولايات المتحدة وفى أمريكا الجنوبية وهولندا ونيجيريا وغيرها .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، كما ينتقل بواسطة بعض أنواع خنافس الأوراق مثل *Ceratoma ruficornis* , *C. trifurcata* . وتظل الحشرات حامله للفيروس لأيام عديدة .

لا ينتقل الفيروس عن طريق بذور اللوبيا *Vigna sinensis* إلا أنه ينتقل عن طريق بذور نوع آخر هو *Vigna unguiculata* .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تتراوح بين ٦٥ - ٧٠°م إلا أنها قد تختلف عن ذلك إلى حد ما تبعا لاختلاف السلالة . درجه التخفيف النهائية تتراوح بين ١ : ١٠٫٠٠٠ و ١ : ١٠٠٫٠٠٠ . فترة التعمير *in vitro* قد تصل إلى ثلاث أسابيع .

مورفولوجيا الفيروس : الجزيئات الفيروسية كروية الشكل ويتراوح قطرها بين ٢٥ - ٢٨ نانومتر تقريبا . وقد وجد باستخدام الطرد المركزى العالى (وبعض الطرق الأخرى) أن التحضيرات النقية للفيروس تحتوى على ثلاث مكونات أو أجزاء components علوى ووسطى وسفلى top, middle and bottom components . الجزء العلوى يخلو من الحامض النووى أما الجزء المتوسط والجزء السفلى فيحتويان على RNA بنسبة ٢٣٪ ، ٣٢٪ على التوالى . وجود الجزء المتوسط والجزء السفلى معا أو (حامضها النووى) ضرورى لإحداث الإصابة ، أما العدوى بأحدهما (أو بحامضه النووى) فلا ينتج عنه إصابة . عند خلط هذين الجزئين معا فان فاعلية الخليط تتوقف على نسبة الجزء الموجود بالكمية الأقل .

الأعراض : تختلف الأعراض باختلاف السلالة الفيروسية والصنف المصاب. عند عدوى عديد من أصناف *Vigna unguiculata* بالسلالة الاصلية فإنه

تظهر على الاوراق المعداه بقعا شاحبة . إذا كانت الاوراق المعداه صغيرة فان هذه البقع الموضعية تميل إلى الالتحام، وقد يظهر شفافية العروق أو تبرقش لبعض أجزاء الورقة أو للورقة كلها .

عموما فان الاوراق المصابة يظهر عليها بوضوح عرض شفافيـة العروق ، وبنمو الاوراق فى الحجم فانه يظهر عليها الموزايك الذى يتميز بوجود مناطق صغيرة لونها أخضر داكن موزعة على سطح أخضر شاحب . الاوراق التى تظهر فيما بعد تتميز بوجود تبقعـات أو تبرقشات غير منتظمة من مناطق صفراء نوعا وأخرى خضراء داكنة مع تكون بعض البثرات على النصل . تحت ظروف الصوبة قد يظهر نيكروزس للعروق بلون بنى يميل إلى الاحمرار .

يكون الفيروس أجساما محتواه أمور فية فى خـلايا بشرة أوراق اللوبيـا والبسلة المصابة .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود ، فبجانب النباتات البقولية التى يصيبها فانه يصيب أيضا القليل من النباتات الغير بقولية .

يعطى الفيروس بقعا موضعية على الأوراق المعداه للعـديد من العوائل . تستخدم بعـض العوائل للتفرقة بين السلالات مثل بعـض أصنـــاف اللوبيـا والفاصوليا والزربيح .

المقاومة : ينصح بزراعة بذور خالية من الفيروس ، وذلك فى حالة الأصناف التى ينتقل عن طريق بذورها . كذلك يجب مقاومة الحشرات الناقلة والتخلص من النباتات المصابة .

فيروس موزايك اللوبيا المنقول بالمن
COWPEA APHID - BORNE MOSAIC VIRUS

مقدمة : يوجد للفيروس بعض السلالات التى سجلت فى إيطاليا والصين والهند وأمريكا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا وتزداد فاعلية النقل باستخدام الكاربورانذم ومحلول منظم فوسفاتى . ينتقل الفيروس عن طريق بذور اللوبيا إلا أن هناك بعض السلالات التى لا تنتقل عن طريقها .

الناقل الحشرى هو العديد من أنواع حشرات المن ومنها ***Myzus persicae*** ***Macrosiphum***, ***A. gossypii***, ***A. medicaginis***, ***Aphis fabae euphorbiae*** . وينتقل الفيروس محمولا على أجزاء فم الحشرة .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٦٠ - ٦٢°م ودرجة التخفيف النهائية تبلغ ١ : ٤٠٠٠ ومدة التعمير ***in vitro*** تبلغ حوالى ١٢٠ ساعة . وقد سجلت بعض الاختلافات بالنسبة للسلالات المختلفة إذ وجد بالنسبة إلى سلالة أخرى أن درجة الحرارة المميتة هى ٥٥ - ٦٠°م وأن درجة التخفيف النهائية هى ١ : ٣٠٠٠ وأن مدة التعمير ***in vitro*** تبلغ ٢٤ - ٤٨ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : الجزيئات الفيروسية عصوية الشكل بطول ٧٥٠ نانومتر .

الاعراض : يصيب نباتات اللوبيا معطيا عليها أعراضا جهازية تظهر بعد حوالى ١٠ أيام من الإصابة . تظهر الأعراض أولا فى صورة تحزم داكن للعروق ثم تتكشف أعراض الموزايك المصحوبة ببثرات واضحة على الأوراق .

المدى العوائلى : وجد تجريبيا أن الفيروس يصيب ١٩ نوعا تابعة للعائلات

البقولية والقرعيه والرمرامية والباذنجانية والشفوية وعرف الديك ، ويعطى على البعض أعراضا جهازية ، وعلى البعض الآخر تكون الإصابة موضعية ، فى حين تكون الإصابة كامنة على البعض الثالث . من النباتات التى يعطى عليها أعراضا موضعية نباتات *Chenopodium amaranticolor* , *C.album*, *Gomphrena globosa* , *Ocimum basilicum* ,

المقاومة : زراعة بذور سليمة خالية من الفيروس ومقاومة الحشرات الناقلة .

فيروس التبرقش الشاحب فى اللوبيا
COWPEA CHLOROTIC MOTTLE VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس أساسا فى الولايات المتحدة الأمريكية .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، ولا ينتقل عن طريق البذور وذلك بالرغم من وجوده فى بعض أجزاء الزهرة وبعض أجزاء البذور الغير جافة . بالنسبة لناقلات الفيروس فقد وجد أن بعض أنواع الخنافس تقوم بنقله .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع بين ٦٥ - ٧٠° م ودرجة التخفيف النهائية تقع بين ١ : ١٠٫٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٫٠٠٠ أما فترة التعمير *in vitro* فهى تتراوح بين ١٤ - ٤٨ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس كروية ذات قطر ٢٥ نانومتر .

الأعراض : يصيب الفيروس نباتات اللوبيا مسببا لها إصابة جهازية. تظهر على الأوراق تبرقشات من مناطق صفراء وأخرى خضراء ولكن اللون الأصفر يكون هو الغالب والسائد .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود نوعا ، وقد وجد تجريبيا أنه يصيب بعض الأنواع التابعة لعدد محدود من العائلات . يعطى الفيروس بقعا محلية على بعض أنواع فول الصويا وعلى نباتات *Chenopodium album* , *C. hybridum* .

خامسا : فول الصويا

Soybean (*Glycine max*)

فيروس موزايك فول الصويا

SOYBEAN MOSAIC VIRUS

المرادفات : Soybean chlorosis; Soybean leaf curl

مقدمة : ينتشر الفيروس فى ألمانيا وروسيا وجنوب أفريقيا والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، كما ينتقل أيضا عن طريق البذور ، وتتوقف نسبة إنتقاله بهذه الطريقة على نوع الصنف المصاب إلا أن النسبة بوجه عام تكون مرتفعة . يبقى الفيروس فعالا فى البذور الحاملة له لفترات طويلة .

قد يظهر على البذور المصابة تبرقش مميز ، وترتبط نسبة الانتقال إلى حد ما بدرجة تبرقش البذور .

ينتقل الفيروس بواسطة العديد من أنواع المن المختلفة ومنها على سبيل المثال *Myzus persicae* , *Macrosiphum pisi*.

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع بين ٦٤-٦٦° م.

درجة التخفيف النهائية تبلغ حوالى ١ : ٠٠٠ر٠، وفترة التعمير *in vitro* تبلغ ٤ - ٥ أيام.

مورفولوجيا الفيروس : الجزيئات الفيروسية عصويات مرنة بطـــول ٧٥٠ نانومتر.

الاعراض : تختلف مظاهر الأعراض إلى حد ما باختلاف الصنف المصاب كما أنها تتأثر بدرجات الحرارة السائدة فتكون شديدة على درجات حرارة حوالى ١٩° م وقد تتخفى على درجة ٣٠ م.

بعد حوالى أسبوع إلى أسبوعين من العدوى الميكانيكية فإن الأعراض تبدأ فى صورة شفافية عروق وإصفرار مؤقت للعروق الجانبية للوريقات الحديثة. الأوراق الثلاثية التى تظهر بعد العدوى غالبا مايظهر عليها موزايك مع تكرمش، وتزداد شدة الأعراض على الأوراق الحديثة التى تظهر فيما بعـــد . بالنسبة للأوراق الكبيرة فإنه غالبا ما يلاحظ عليها إصفرار العروق . فى عديد من الحالات قد تنحنى حواف الوريقات إلى أسفل ، وتصبح الأوراق خشنة جلدية الملمس،وبتمام نضجها تصبح هشة سهلة الكسر إلى حد ما.

النباتات المصابة تتميز بقصرها وتقزمهـا وقلة القرون التى تحملهـا بالنسبة للسليمة . هذه القرون غالبا ما تكون عادية المظهر إلا أن بعضها قد يكون ملتويا، كما أن العديد من القرون يكون خاليا من البذور .

تتكون محتويات داخلية فى أول أوراق تتكون وتنمو بعد العدوى وتشبة الأنوية فى مظهرها وحجمها إلا أنها أدكن منها ، كذلك فانها تتكون فى فلقات وأوراق النباتات الناتجة من بذور مصابة .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس فـــول الصويا فقط اصابة جهازية ، ولكن أمكن الحصول على الفيروس من الأوراق الأولية المعداه لبعض أصناف الفاصوليا والتى لاتظهر عليها أى أعراض **Symptomless** .

وجد **Ross** عام ١٩٦٩ بعض الأختلافات فى الكفاءة المرضيـة لبعض عزلات هذا الفيروس إذ تظهر على نبات ***Lespedeza stipulacea*** صنف **Rowan** أعراض مختلفة تشمل تقزم وصغر حجم الأوراق وحدوث نيكروزس للمجموع الخضرى وكذلك تبرقش خفيف .

المقاومة : ١ — زراعة بذور سليمة خالية من الفيروس .

٢ — مقاومة الحشرات الناقلة .

٣ — إستبعاد النباتات المصابة مبكراً فى أوائل الموسم .

الفصل الثالث

فيروسات العائلة الوردية

Fam. Rosaceae

أولا : الشليك

Strawberry (*Fragaria grandiflora*)

فيروس تجعد الشليك

STRAWBERRY CRINKLE VIRUS

المردافات : Strawberry virus 3 ; Strawberry virus 4 .

الانتقال : ينتقل الفيروس بحشرة المن *Pentatrichopus fragaefolii* تكتسب الحشرة الفيروس بعد تغذية من ٨ إلى ٢٤ ساعة على النبات المصاب وللفيروس طور حضانة فى جسم الحشرة من ٩ إلى ١٦ يوم .

الأعراض : يظهر على الأوراق بقع شاحبة مصحوبة أحيانا بنيكروزس على امتداد أجزاء صغيرة من العروق . تتحول أخيراً البقع الشاحبة إلى بقع نيكروزية وتأخذ اللون البنى وتتجعد الأوراق وتتشوه . تقل الأعراض بمضى الوقت على النباتات ولكنها تزداد حدة مرة أخرى فى أوائل الصيف . وتتقزم النباتات المصـــابة .

المقاومة : تنمية النباتات المصابة على ٣٧°م لمدة ٥٠ يوم تعمل على التخلص من الفيروس .

فيروس تبرقش الشليك

SRTAWBERRY MOTTLE VIRUS

المرادفات : Strawberry virus 1

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا كما ينتقل بأنواع عديدة من المن منها *Pentatrichopus fragaefolii*

الاعراض: يعطى الفيروس أعراض خفيفة على صنف الشليك Royal Sovereign تتكون من بقع شاحبة غير واضحة منتشرة على سطح الورقة . وعامة لاتظهر أعراض يمكن التعويل عليها على الأصناف التجارية ولكن الفيروس يقلل كثيراً من نمو ونشاط النبات .

المدى العوائلى : أمكن نقل الفيروس ميكانيكيا أو بالحشرة الناقلة *Chaetosiphon jacobi* من الشليك إلى بعض النباتات منها *Gomphrena globosa* و *Chenopodium amaranticolor* . من العوائل المشخصة لهذا الفيروس نباتات *Fragaria vesca* حيث يعطى على أوراقها بقع صغيرة شاحبة مصحوبة بظهور بثرات مع تشوه للأوراق وإختزال أنصالها .

فيروس تقزم الشليك

STRAWBERRY STUNT VIRUS

المرادفات : Fragaria virus 5

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم ولكنه لاينتقل ميكانيكيا . الناقل الحشرى هو المن *Capitophorus fragaefolii*.

الأعراض : تتقزم النباتات المصابة بوضوح وتصل فى طولها إلى $\frac{1}{2}$ أو $\frac{1}{3}$ النباتات السليمة . تظل النباتات المصابة محتفظة بلونها الطبيعى بالرغم من حدوث اختزال بسيط فى الكلوروفيل وتأخذ أوراقها المظهر الفنجانى وتقل أعناقها فى الطول حيث تصل إلى $\frac{1}{2}$ أو $\frac{2}{3}$ أعناق النباتات السليمة . تعطى النباتات المصابة ثماراً بذرية صغيرة صلبة .

بعض فيروسات الشليك الآخرى

فيروس التبقع الحلقى الكامن فى الشليك Strawberry latent ringspot virus

فيروس إلتفاف أوراق الشليك Strawberry leafroll virus

فيروس الحافة الصفراء الخفيفة فى الشليك Strawberry mild yellow - edge virus

فيروس نيكروزس الشليك Strawberry necrosis virus

فيروس تحزم عروق الشليك Strawberry vein - banding virus

مقاومة أمراض الشليك الفيروسية

ممكن التخلص من عدد من فيروسات الشليك عن طريق المعاملة بالحرارة وأمثل طريقة ذلك هى التعريض لدرجة حرارة ٣٨°م لمدة ٢ أسبوع .

ثانيا : الخوخ

Paach (*Prunus persica*)

فيروس موزايك الخوخ

PEACH MOSAIC VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس فى الولايات المتحدة وفى مناطق كثيرة من أوربا .

الانتقال : لاينتقل الفيروس ميكانيكيا ، ولكنه ينتقل بالتطعيم كما ينتقل بالحلم *Eriophyes insidiosus* . يظل الحلم لمدة ٢ يوم محتفظا بقدرته على العدوى ، كما يجب أن يتغذى على البراعم لكى ينقل الفيروس بكفاءة .

الاعراض : يظهر على الأوراق فى أوائل الربيع تبرقش أصفر وذلك على كل أصناف الخوخ المصابة ، إلا أن هذا العرض يميـــل إلى الاختفاء فى منتصف الصيف . تتجعد الأوراق المبرقشة وتكون عرضة للضرر خاصة عند هبوب رياح قوية ويصاحب ذلك غالباً سقوط مناطق صغيرة من الأوراق . لاتظهر أعراض الموزايك على أزهار الخوخ باستثناء بعض الأصناف ذات الأزهـار الكبيرة حيث قد يحدث تقطع فى ألوان بتلات أزهـــارها . تتقزم الأشجار المصابة تقزما واضحا ويزداد تفريعها خاصة من أطراف أغصانها وتعطى ثمارا صغيرة الحجم غير منتظمة الشكل ونتيجة لذلك تقل قيمتها التجارية .

يصيب الفيروس المشمش وتظهر أعراضه فى صورة تبرقش ضعيف للأوراق على شكل بقع أوحلقات تتداخل تدريجيا مع لون الورقة العادى . يتعرج سطح الثمار وتظهر عليها أعراض موزايك على هيئة مناطق خضراء مصفرة تكون واضحة عند النضج ، كما يظهر على نواة الثمار المصابة بقع وحلقات بيضاء .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس جنس الحسليات *Prunus*

المقاومة : (١) التخلص من الأشجار المصابة .

(٢) العناية بالمشاتل وملاحظتها والتفتيش عليها باستمرار مع التخلص من الشتلات التى تظهر عليها أعراض المرض .

(٣) إتباع اجراءات الحجر الزراعى .

فيروس الخوخ المزيف

PEACH PHONY VIRUS

الانتقال : لاينتقل الفيروس ميكانيكيا ولكنه ينتقل بالتطعيم ، أما الناقل الحشرى فهو نطاطات الأوراق التى تتغذى على الخشب وأهمها *Homalodisca triquetra* و *Oncometopia undata* .

الأعراض : يسبب المرض قصر السلاميات وزيادة فى عدد الأغصان الجانبية مع إغمقاق فى لون الأوراق . تبدأ البراعم الورقية والزهرية للنباتات المصابة فى النمو مبكراً عدة أيام عن براعم الأشجار السليمة ، كما تميل الأشجار إلى الاحتفاظ بأوراقها مدة أطول عن النباتات السليمة وقد تظل حاملة لمعظم أوراقها فى الخريف فى الوقت الذى تكون فيه الأشجار السليمة قد أسقطت أوراقها . تحمل الأشجار المصابة ثمارا لاتظهر عليها أعراض مميزة ولكنها قليلة فى العدد ، صغيرة فى الحجم ، فقيرة فى طعمها تنضج مبكراً بعدة أيام عن ثمار الأشجار السليمة .

يمكن تشخيص المرض بوضع قطاعات من الجذور فى كحول ميثيل مضافاً إليه بضع نقط من يد كل وذلك لمدة ٣ — ٥ دقائق فيظهر فى خشب القطاع بقع عديدة ذات لون أرجوانى موزعة بانتظام ، تختلف فى حجمها من حجم رأس الدبوس إلى مناطق ذات حجم ٢ ملليمتر ، كما قد يختلف عدد البقع أيضا من ١٠ إلى ٥٠ أو أكثر .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس طبيعيا أشجار الخوخ فقط ، وقد أمكن نقل الفيروس تجريبيا بالتطعيم إلى اللوز والمشمش وغيرها .

المقاومة : غمس الشتلات فى طورها الساكن فى ماء ساخن على درجة ٤٨°م لمدة ٤٠ دقيقة أو أكثر . وقد وجد أن كل الأشجار التى احتملت هذه المعاملة نمت طبيعيا ولم تظهر عليها أعراضاً للمرض خلال ٢٠ شهراً من المعاملة .

فيروس تورد الخوخ
PEACH ROSETTE VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم ولا ينتقل ميكانيكيا ، كما لا يوجد هناك مايدل على انتقاله عن طريق البذور. لناقل الحشرى قد يكون نطاطات الأوراق.

الاعراض : تظهر أعراض المرض مبكراً فى الربيع . ومن أهم الأعراض المميزة له انتاج أفرع قصيرة ٥ — ٧ سم فى الطول تحمل عدة مئات من الأوراق. ويوجد عند قاعدة هذه الفروع القصيرة ورقة أو ورقتان طويلتان حوافها تلتف للداخل . تأخذ الأوراق الخارجية اللون الأصفر وتسقط مبكراً فى الصيف. تموت الأشجار المصابة غالباً فى الخريف أو الشتاء التالى . إذا أصيب جزء من الشجرة فإن هذا الجزء يموت أولا بينما تظهر الأعراض على باقى أجزاء الشجرة فى الربيع التالى وتموت خلال ٦ أشهر. تأخذ أوراق الأشجار المصابة اللون الأخضر المصفر . وعامة يمكن القول أن الأشجار المصابة بفيروس التورد تظهر أحد عرضين مميزين فإما أن تذبل وتموت أو تعطى نموا متوردا . لا تثمر أشجار الخوخ المصابة وإذا أثمرت فإن الثمار تسقط قبل تمام نضجها .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس طبيعيا وتجريبيا المشمش واللوز والبرقوق والكريز .

المقاومة : ١ — إزالة النباتات المصابة والتخلص منها بعناية .

٢ — المعاملة بالماء الساخن على ٥٠°م لمدة ١٠ دقائق تعمل على تثبيط الفيروس فى الشتلات .

بعض فيروسات الخوخ الأخرى

فيروس كاليكو الخوخ Peach calico virus

فيروس موزايك وتورد الخوخ Peach rosette mosaic virus

فيروس تدرن الخوخ Peach wart virus

فيروس اصفرار الخوخ Peach yellows virus

هذا وقد ثبت أن فيروس الخوخ الصغير peach little-peach virus وفيروس التدريز الأحمر فى الخوخ peach red suture virus هما سلالتان من فيروس اصفرار الخوخ . وعامة فهناك اعتقاد سائد بأن مسبب مرض إصفرار الخوخ قد يكون ميكو بلازما وليس فيروس .

ثالثا : المشمش

Apricot (*Prunus armeniaca*)

فيروس تبرقش المشمش

APRICOT MOORPARK - MOTTLE VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم ، ولم يعرف بعد وسائل انتشاره فى الطبيعة

الأعراض : يظهر على الأوراق مناطق خضراء فاتحـــة أو شاحبة تختلف فى أحجامها وأشكالها ، قد تنتشر المناطق الشاحبة بدون نظام على أسطح الأوراق أو تتجمع حـــول حوافها أو بالقرب من قمها . لا تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة غير البالغة . تعطى الأشجار المصابة ثمـــاراً صغيرة

جلدية ومشوهة .

المدى العوائلى : لوحظ المرض طبيعيا على أشجار المشمش ولكن أمكن نقله تجريبياً إلى شتلات المشمش والخوخ وغيرها .

فيروس الجدرى الحلقى فى المشمش

APRICOT RING POX VIRUS

المرادفات : Apricot ring spot ; Apricot pox

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم .

الأعراض : تظهر أعراض المرض على الأوراق والثمار . يظهر على أوراق بعض الأصناف بقع حلقية غير منتظمة أو بقع زاوية مع شفافية للعروق ، بينما على أوراق بعض أصناف المشمش الأخرى يظهر تبرقش شاحب . بتقدم موسم النمو تصبح الأنسجة المصابة نيكروزية وتسقط معطية بذلك للأوراق مظهراً مثقبا shot - hole appearance . تظهر الأعراض على الثمار قبل نضجها بأسبوعين فى صورة مناطق نيكروزية ذات لون بنى محمر أو بقع حلقية تمتد إلى داخل الثمرة . للمرض فترة حضانة تختلف من ٨ شهور إلى ٢ سنة .

المدى العوائلى : سجل المرض على المشمش فقط .

رابعا : التفاح

Apple (*Malus sylvestris*)

فيروس موزايك التفاح

APPLE MOSAIC VIRUS

المرادفات : Common apple mosaic virus

مقدمة : يوجد الفيروس فى استراليا ، نيوزيلندا ، الولايات المتحدة ، كندا ، جنوب أفريقيا والاتحاد السوفيتى .

الانتقال : ينتقـــل الفيروس بالتطعيم وتختلف فترة الحضانة باختلاف وقت العدوى وعمر النبات .

بادرات التفاح الصغيرة تعطى أعراضا بعد أسابيع قليـــلة من العدوى . لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا ولكن يحتمل إنتقاله بالبذره، ولا يعرف للفيروس ناقل حشرى .

مورفولوجيا الفيرس : كروى ويبلغ قطر جزيئاته المعدية ٣٠ نانومتر .

الأعراض : يظهر على أوراق أشجـــار التفاح المصابة أعراض تبرقش مختلفة ولكن أكثرها شيوعا هو ظهور عدد من البقع الصغيرة غير المنتظمة ذات لون أصفر أو كريمى منتشرة على أنسجة الورقة الخضراء . قد تزداد البقع فى العـدد بدرجة تؤدى إلى إلتحامها مكونة بذلك مناطق كبيرة شاحبة على الورقة وبتقدم الاصابة تظهر مناطق ميتة . نادراً ماتظهر أشرطة من الأنسجة الشاحبة بطول بعض العروق الكبيرة . فى بعض الحالات قد يأخذ التبرقش شكل مناطق خضراء فاتحة تتبادل مع مناطق خضراء داكنة أو شكل مناطق كبيرة ذات لون أبيض مصفر . أحد أو كل هذه الأعراض قد تظهر على شجرة واحدة أو حتى على فرع واحد . لم تلاحظ أعراض لهذا الفيروس على الثمار (شكل ٢٧) .

المدى العوائلى : أمكن نقل الفيروس بالتطعيم إلى أنواع من أجناس

Malus , *Crataegus* , *Cydonia*, *Sorbus*, *Pyrus*, *Fragaria* , *Prunus* , *Chaenomeles*

فيروس الخشب الرخو فى التفاح
APPLE RUBBERY WOOD VIRUS

الأنتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم . لايعرف للفيروس ناقل حشرى .

الأعراض : من أهم الأعراض المميزة للمرض المرونة غير العادية للأغصان والأفرع الصغيرة والتى يمكن ملاحظتها بثنى بعض أجزاء الشجرة بواسطة اليد . يصبح الخشب رخو وذات تركيب هش « جبنى » cheesy texture . غالبا ما تعطى الاشجار الحديثة المصابة فرع جانبى نشط ينشأ من منطقة تعلو عدة بوصات عن سطح التربة ، أما الأشجار المسنة فتصبح متهدلة الأغصان حيث تنثنى الفروع الصغيرة تحت ثقل وزنها أو وزن الثمار التى تحملها .

عند عمل قطاعات فى الأغصان المصابة وصبغها بصبغة مناسبة تظهر جدر بعض أوعية الخشب والقصيبات خالية من اللجنين ويرجع سمكها فى تلك الحالة إلى وجود السليولوز فقط . مثل هذه الخلايا تظهر فى القطاعات كجزء من نسيج غير ملجنن يحاط بخلايا عادية .

تتقزم النباتات المصابة ولكنها تحمل ثماراً طبيعية . يعتقد Posnette أن مرض الخشب الرخو ربما يتسبب عن ميكو بلازما .

فيروس الجلد الخشن فى التفاح

APPLE ROUGH SKIN VIRUS

مقدمة : ينتشر الفيروس فى الصين ومعظم أوربا وجنوب أفريقيا والولايات المتحدة .

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم . تظهر الأعراض تحت أحسن الظروف على الثمار بعد سنة واحدة من التطعيم ولكن عادة ما تمر عدة سنوات قبل ظهور أعراض واضحة على الثمار .

الاعراض : لا يعطى الفيروس أعراضا على الأوراق ولكن يظهر على جلد الثمار عادة مناطق خشنة بنية وخطوط وفى بعض الأحيان حلقات . وقد تتشقق المناطق المصابة. يصغر حجم الثمار وتقل كثيراً قيمتها التجارية .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس التفاح فقط .

فيروس تنقر الساق فى التفاح

APPLE STEM - PITTING VIRUS

المرادفات : Dwarf fruit and tree decline

مقدمة : يوجد الفيروس فى أمريكا وانجلترا وسويسرا ومن المحتمل وجوده فى كل المناطق التى تزرع التفاح .

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم فقط .

الأعراض : ظهور نقر وتجاويف فى خشب الصنف المفرق Virginia Crab لا يمكن رؤيتها إلا بعد إزالة القلف . يقابل النقر الموجودة فى الخشب نتوءات بارزة على السطح الداخـــلى للقلف . فى حالات الاصابة الشديدة يزداد سمك القلف زيادة غير عادية وتظهر شقوق طولية عليه . لا تظهر أعراض على الاوراق وتعطى الاشجار المصابة ثمار صغيرة عليها تجاويف ذات جلد مشوب باللون الخمرى .

بعض فيروسات التفاح الاخرى

فيروس تبقع الأوراق الشاحب فى التفاح	Apple chlorotic leafspot
« تنقط التفاح	« dapple virus
« إخضرار وتجعد التفاح	« green crinkle virus
« تجعد أوراق التفاح	« leaf pucker
« التبقع الحلقى فى التفاح	« ringspot virus
« تورد التفاح	« rosette virus
« التشقق النجمى فى التفاح	« star - cracking virus
« تجوف الساق فى التفاح	« stem grooving virus

خامسا : الكمثرى

Pear (*Pyrus communis*)

فيروس النقرة الحجرية فى الكمثرى
PEAR STONY - PIT VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس فى الولايات المتحدة وانجلترا ونيوزيلندا ويعتقد الآن أنه واسع الانتشار .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا ولم يعرف له ناقل حشرى ولكنه ينتقل بالتطعيم.

الأعراض : بالرغم من أن مظاهر الاصابة المميزة لهذا الفيروس تظهر على الثمار إلا أن الأوراق يظهر عليها تبرقش خفيف ومناطق ضيقة شاحبة بطول العروق الصغيرة .

تظهر أولى مظاهر الإصابة بعد ١٠ — ٢٠ يوم من سقوط البتلات فى صورة مناطق خضراء داكنة تحت بشرة الثمرة . نقص نمو هذه المناطق وسرعة نمو الأنسجة المجاورة يؤدى إلى ظهور نقر عميقة أو ثمار مشوهة عند النضج . أحيانا ما تظل حواف النقر خضراء داكنة بينما النسيج الموجود عند قاعدة النقر عادة ما يصبح نيكروزى أو فيلينى . من أهم العلامات المميزه للثمار المصابة إحتوائها على العديد من الخلايا الاسكلرانشيمية تحت أو حول النقر ، مما يجعل الثمار ذات النقر الكثيرة صلبة خشبية بدرجة يصعب قطعها بالسكين .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس الكمثرى فقط . معظم أصناف الكمثرى قابلة للاصابة بالفيروس .

المقاومة : ١ — إختيار الطعوم من أشجار سليمة ،

٢ — إقتلاع الأشجـــار المصابة أو تطعيمها بالصنف بارتلت **Bartlett** لتقليل الخسائر الناجمة عن المرض حيث أن هذا الصنف يحمل الفيروس بدون ظهور أعراض

سادسا : الورد

Rose (*Rosa* spp.)

فيروس موزايك الورد

ROSE MOSAIC VIRUS

المرادفات : Rose infectious chlorosis virus

مقدمة : ينتشر الفيروس إنتشارا واسعاً فى الولايات المتحـــدة ، كما وجد فى انجلترا وبلغاريا .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً من نباتات ورد إلى نباتات ورد أخرى

نظرا لوجود بعض المواد المثبطه للفيروس ، ولكن من الممكن نقله إلى عوائل أخرى مثل اللوبيا . ويكون عصير أوراق اللوبيا المصابة المستخلص باستخدام محلول منظم ذات قدره عالية على العدوى . اضافة ٢٫٥ إلى ١٠٪ من مستخلص أوراق الورد السليم إلى مستخلص أوراق اللوبيا المصابة يؤدى إلى تثبيط معظم الجزيئات الفيروسية . لم يعرف ناقل حشرى للفيروس وقـــد فشلت الأنواع المختلفة من المن وكذلك الحامول فى نقل الفيروس من النباتات المصابة إلى السليمة .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى ويبلغ ٢٥ نانومتر فى القطر .

الاعراض : تختلف الأعراض باختـــلاف صنف الورد المصاب . تتقزم النباتات وتتوقف درجة التقزم على الصنف وشدة الأعراض والظروف البيئية . يعم التقزم كل أجزاء النباتات بما فيها الجذور . يصحب التقزم تغير فى لون الأزهار عن اللون الطبيعى ، ففى الصنف Madame Butterfly تأخذ الأزهار اللون الأبيض بدلا من اللون القرمزى الخفيف . تتشوه الاوراق ويظهر على وريقاتها مناطق شاحبه بطول العروق .

المدى العوائلى : أنواع وأصناف الورد المختلفة قابلة للاصابة بالمرض . وقد وجد تجريبيا أن الفيروس يصيب نباتات تتبع عائلات مختلفة منها العليقية والقرعية والبقولية والباذنجانية .

المقاومة : إستخدام أصول خالية من الفيروس حيث أن أغلب الأصول التى تستعمل قابله للاصابة بالفيروس ، كما يجب إزالة النباتات المصابة باستمرار حتى لا ترتفع نسبة الاصابة بالفيروس .

فيروس تخطيط الورد
ROSE STREAK VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم . ولم يعرف حتى الآن ناقل من أى نوع لهذا الفيروس .

الأعراض : حلقات بنية على الأوراق التامة التكشف وتحزم بنى أو أخضر مصفر لعروقها . هـــذه الأعراض عادة ماتكون مصحوبة بظهور حلقات بنية أو خضراء على الساق . قد تعطى بعض الأصناف المصابة أعراض تبرقش أصفر على الأوراق يكون مصحوبا بظهور أعراض على السيقان .

المدى العوائلى : الفيروس محدود العوائل ويصيب أصناف الورد المختلفة فقط .

فيروس ذبول الورد
ROSE WILT VIRUS

المرادفات : Rose dieback virus

الانتقال : ينتقل الفيروس بالوسائل الميكانيكية . لا يعرف للفيروس ناقل حشرى، ولو أن أحد البحاث الايطاليين وصف مرضا يشبه المرض المتسبب عن فيروس ذبول الورد ووجـــد أنه ينتقل ميكانيكيا وكذلك بواسطة أنواع المن المختلفة التابعة للجنس *Macrosiphum* .

الأعراض : تنحنى الأوراق الموجودة على الأفرع الحـــديثة إلى الخلف وتتزاحم وريقاتها . تتساقط الأوراق ويبدأ تساقطها من قمم الافرع إلى أسفل وأحيانا مايتحول لون الاوراق قبل سقوطها إلى الأخضر الشاحب أو الاصفر . تصفر أطراف الافـرع الصغيرة وتمـوت ويظهر تبقع أخضر مصفر على هـذه الأفرع ثم تأخذ قواعـدها اللون الأسود البنى . بتقدم المرض يتغير لون الساق تدريجيا ويموت . فى كثير من الحالات تعطى النباتات أفرع خضرية ضعيفة بعد موت سيقانها ولكن سرعان مايتغير لونها ويذبل النبات فى النهاية .

الفصل الرابع

فيروسات العائلة القرعية والخبازية

فيروسات العائلة القرعية

Fam. Cucurbitaceae

أولا : الخيار

Cucumber (*Cucumis sativus*)

فيروس موزايك الخيار

CUCUMBER MOSAIC VIRUS

المرادفات : Cucumber virus 1 ; Cucumber yellow mosaic virus; Cucumber yellow mottle virus; Rhubarb virus 4 ; Tomato fern - leaf virus.

مقدمة : ينتشر هذا الفيروس فى كثير من بلدان العالم ، كما يوجد أيضاً فى مصر . ويعتبر من أخطر الفيروسات ومن أكثرها إنتشاراً على معظم نباتات العائلة القرعية والعائلات الأخرى ، وهو من الفيروسات المعدودة التى تصيب بجانب نباتات ذوات الفلقتين بعض نباتات ذوات الفلقة .

الانتقال : ينتقل الفيروس بسهولة بالعدوى الميكانيكية للنباتات السليمة بعصير النباتات المصابة . لا ينتقل خلال البذور ولو أن هناك بعض الأدلة على إنتقاله خلال بذور نباتات الخيار البرى *Micrampelis lobata* واللوبيا المصابة . ينتقل الفيروس بالحشرات وخاصة المن وهناك على الأقل ٦ أنواع من المن تقوم بنقله منها *Myzus persicae* , *Aphis gossypii*

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع ما بين ٦٠ إلى ٧٠°م ودرجة التخفيف النهـائية ١٠−٤ بينما مدة التعمير *in vitro* تقـع ما بين ٧٢ و ٩٦ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : كروى ويبلغ ٢٨ — ٣٠ نانومتر فى القطر .

الأعراض : تظهر أعراض الاصابة بهذا الفيروس على نباتات الخيار فى صورة بقع صفراء مخضرة نصف أشفافة لايزيد قطرها عن ١ — ٢ مم وتكون محددة بالعروق الصغيرة للورقة ويتبع ذلك ظهـور تبرقش أصفر على كل الأوارق التالية التى تظهر بعد العدوى (شكل ٢٨) . تتشوه الأوراق وتتجعد ويتقزم النبات . إصابة النبات فى مراحل نموه المبكرة يؤدى إلى عـدم إثماره وإذا أثمر فإنه يعطى عدد قليل من الثمار الصغيرة المشوهة .

وقد تظهر أعراض الاصابة على الثمار بوضوح فى صورة تبرقش حيث يصبح لون الثمرة أخضر مصفر يتخلله بقع ذات لون أخضر غامق تكون مرتفعة عن باقى سطح الثمرة مسببة بذلك تشوها للثمار . فى بعض الحالات وخاصة فى المراحل الأخيرة للمرض قد تأخذ الثمـار لون أبيـض مخضر يتخلله مناطق خضراء غير منتظمة ترتفع عن باقى سطح الثمرة .

لا تظهر أعراض المرض على أزهار نباتات الخيار المصابة إلا أن عـددها يكون أقل على النبات المصاب عنها على النبات السليم ، كما أن الأزهار التى تظهر فى المراحل المتأخرة من الاصابة غالبا ما تكون متقزمة .

فى الأوقات الحارة أو عند تعريض النباتات المصابة لمدة طويلة لدرجة حرارة مرتفعة فإن الأعـراض قد تختفى وتصبح النباتات المصابة فى مظهرها كالنباتات السليمة .

المدى العوائلى : لهذا الفيروس مدى عوائلى واسع إذ يصيب مايقرب من ٢٠٠ نوع تتبع ٦٠ عائلة . من النباتات التى تصاب بهذا الفيروس الخيار ، الشمام القرع ، الطماطم ، الفلفل ، الباذنجان ، الدخان ، الداتوره ، السبانخ ، الجزر ، الكرفس ، البصل ، الكرنب ، الخس ، البسلة ، الفاصوليا ، الترمس ، اللوبيا ، بنجر السكر ، الذرة وبعض أشجار الفاكهة مثل الليمون ، البرتقال ، الرمان ، الكريز ، التفاح ، البرقموق ، الأناناس ، العنب ، والموز وكثير من نباتات الزينة كالبنفسج ، العايق ، أبو خنجر ، الزنبق ، الاستر ، الايريس ، البتونيا ، الجلاديولس ، النرجس والتيوليب .

ومن أهم نباتات الاختبار التى تستخدم مع هذا الفيروس نباتات الدخان *Nicotiana tabacum* ودخان جلوتينوزا *N. glutinosa* التى تعطى أعراضا جهازية عند عدواها بالفيروس وكذلك نباتات *Chenopodium amaranticolor* التى تعطى بقع موضعية .

المقاومة : نظراً لأن لهذا الفيروس مدى عوائلى واسع لذا فمن الصعب مقاومته. وعامة فإن استعمال الأصناف المقاومة هى خير وسيلة لمقاومة المرض ، ولقد أمكن انتاج العديد من الأصناف المقاومة فى حالة الخيار والسبانخ وغيرهما . كما ينصح بمقاومة الحشرات الناقلة وإزالة الحشائش القابلة للاصابة . وفى حالة العوائل التى ينتقل الفيروس عن طريق بذورها تستخدم بذور سليمة .

فيروس إصفرار عروق الخيار

CUCUMBER VEIN - YELLOWING VIRUS

المرادفات : Bottle gourd mosaic virus

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصـــاره كما ينتقل بالذباب الأبيض *Bemisia tabaci* .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٥٢°م، ودرجة التخفيف النهائية ١٠–٣، أما مدة التعمير *in vitro* فأقل من٢٧ ساعة .

الاعراض : يظهر على نباتات الخيار المصابة أعراض شفافية العروق وشحوب ونيكروزس .

فيروسات الخيار الأخرى

فيروس الموزايك الأخضر فى الخيار Cucumber green mottle virus

فيروس تقزم وتبرقش الخيار Cucumber stunt mottle virus

ثانيا : القاوون

Muskmelon (*Cucumis melo*)

فيروس نيكروزس عروق القاوون

MUSKMELON VEIN NECROSIS VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة كما ينتقل عن طريق من الخوخ *myzus persicae* .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٥٠ — ٥٥°م ودرجة التخفيف النهائية ١٠–٣ — ١٠–٤، أمامدة التعمير *in vitro* على درجة حرارة الغرفة فهى ٢ — ٧ أيام .

مورفولوجيا الفيروس: عصوى مرن يبلغ ٦٧٤ نانومتر فى الطول و١٥ نانومتر فى العرض .

الأعراض : تظهر أعراض المرض على فلقات وأوراق نباتات الشمام المعداه بالفيروس فى صورة بقع نيكروزية ذات لون بنى محمر تحاط بهاله ذات لون أخضر فاتح . على الأوراق التالية تظهر خطوط تتكون من بقع صفراء ترتبط بالعروق الصغيرة وتصفر الأوراق وتتجعد . ينتشر النيكروزس ويؤدى إلى جفاف الورقة . يظهر النيكروزس أيضاً على سيقان النباتات وقد تؤدى الاصابة الشديدة إلى موت النبات .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس من نباتات العائلة القرعية الشمام فقط ، كما يصيب بعض نباتات العائلة البقولية ويعطى بقع موضعية على *Chenopodium amaranticolor* و *Gomphrena globosa*.

ثالثا : البطيخ

WATERMELON (*Citrullus vulgaris*)

فيروس موزايك البطيخ

WATERMELON MOSAIC VIRUS

مقدمة: من أكثر الفيروسات إنتشارا على نباتات العائلة القرعية ويوجد فى الولايات المتحدة والهند وجنوب أفريقيا وفنزويلا والاتحاد السوفيتى وبلغاريا والمجر وكوريا واليابان ومصر .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ولا ينتقل بالبذور . الناقل الحشرى للفيروس هو المن وخاصة *Myzus persicae* ، *Aphis gossypii*

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة من ٥٥ إلى ٦٠°م ودرجة التخفيف النهائية من ١٠−٣ إلى ١٠−٥ أما مدة التعمير *in vitro* فهى ٩ - ١٠ أيام.

مورفولوجيا الفيروس: عصوى من ٧٥٠ نانومتر فى الطول .

الأعراض : تظهر أعراض المرض على نباتات البطيخ فى صورة شحوب خفيف وتقزم وموازيك . تأخذ أعراض الموازيك شكل شرائط خضراء داكنة محيطة بالعروق الرئيسية أو مناطق خضراء مرتفعة (بثرات). عن باقى سطح الورقة ومناطق شاحبة بين العروق (شكل ٢٩) كما تظهر أعراض المرض بوضوح أيضا على نبات القرع حيث بجانب الأعراض السابقة الذكر كثيرا ما تتجزأ الورقة وتستطيل قمتها . مكونة مايعرف برباط الحذاء shoestring. قد تظهر أعراض المرض على ثمار البطيخ فى صورة بقع ٣ — ٤ سم فى القطر حوافها ذات لون أخضر قاتم ومركزها ذات لون أخضر فاتح .

المدى العوائلى : يختلف باختلاف سلالة الفيروس . سلالة فيروس موزايك البطيخ ١ (watermelon mosaic virus 1) تصيب نباتات العائلة القرعية فقط أما سلالة فيروس موزايك البطيخ ٢ (watermelon mosaic virus 2) فتصيب بجانب نباتات العائلة القرعية نباتات من عائلات أخرى مثل العائلة البقولية والخبازية والخيمية .

رابعا : القرع

Squash (*Cucurpita pepo*)

فيروس موزايك القرع

SQUASH MOSAIC VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ، كما ينتقل عن طريق بذور الشمام والقرع . الناقل الحشرى للفيروس هى خنافس الخيار

Acalymma trivittata ، *A. thieme. Diabrotica nnbecimpunctata*،

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٧٠ — ٧٥°م ودرجة التخفيف النهائية ١٠-٦ ومدة التعمير *in vitro* أكثر من ٦ أسابيع .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى ويبلغ حوالى ٣٠ نانومتر فى القطر.

الاعراض : شفافية للعروق وبقع شاحبة يعقبها ظهور أعراض الموزايك على الأوراق التالية . يتكون الموزايك من أجزاء خضراء داكنه قد ترتفع عن مستوى سطح الورقة وأجزاء خضراء فاتحة . تتشوه الأوراق وتبرز أطراف عروقها وقد تصير خيطيه نتيجة لاختزال الأنسجة مابين العروق . قد تعطى النباتات المصابة ثمارا مشوهة .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس ١١ نوع تتبع العائلة القرعية ولكنه لايصيب البطيخ ، كما يصيب الفيروس أيضا نباتات من بعض العائلات الأخرى مثل العائلة البقولية والخيمية . هذا وقد عزل حديثا سلالة من هذا الفيروس يمكنها أن تصيب البطيخ .

فيروسات العائلة الخبازية

Fam. Malvaceae

أولا : القطن

Cotton (*Gossypium* spp.)

فيروس تجعد أوراق القطن

COTTON LEAF - CURL VIRUS

المرادفات : Cotton leaf crinkle

مقدمة : يوجد الفيروس أساساً فى السودان ونيجيريا ويهدد زراعة الاصناف المصرية التى تستخدم فى السودان .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا ولا يحمل ببذور النباتات المصابة ولا ينتقل عن طريق التربة ، ولكنه ينتقل بواسطة الذباب الأبيض وأهم الحشرات الناقلة *Bemisia gossypiperda* و *B. goldingi* . تستطيع الحشرة أن تنقل الفيروس وهى فى طور اليرقة أو الطور البالغ ولكن الفيروس لا ينتقل خلال بيض الحشرة . يمكن نقل الفيروس من النباتات المصابة إلى السليمة تجريبيا بواسطة التطعيم .

الاعراض : تكون نباتات القطن قابلة للاصابة فى جميع أطوار نموها. لا تظهر الاوراق التى تم نضجها قبل حدوث الاصابة أعراضا للمرض، أما على الاوراق الصغيرة فيظهر تضخم فى العروق من جهة السطح السفلى للورقة وبتقدم الاصابة تصبح العروق كلها متضخمة، وبتعريض الورقة المصابة للضوء يظهر التضخم بلون أخضر قاتم عن باقى نسيج الورقة . يتجعد سطح الاوراق الجديدة التى تظهر بعد ذلك وتصغر فى الحجم وتلتف حوافها إلى أعلى أو إلى أسفل ،

كما تظهر بعض النموات الصغيرة تكون فنجـــانية الشكل وذلك على التضخمات الكبيرة للعرق الوسطى الموجودة على السطح السفلى للاوراق . فى حالات الاصابة الشديدة يصبح النبات هشا ويمكن كسره بسهولة كما يقل عدد اللوز الأخضر الناضج ويقل وزن القطن فى اللوزة الناضجة .

المدى العوائل : يصيب الفيروس كثيراً من أصناف القطن *Gossypium barbadense* . وعموما يمكن القول أن أقطان Sea Island وأقطان Sakel وهجنها قابلة للاصابة بالفيروس والأقطان الأمريكية أقل قابلية للاصابة أما الأقطان الآسيوية فيظهر أنها ذات مقاومة عالية للاصابة بالفيروس . يصيب الفيروس أيضا التيل والبامية والخطمية والكركديه .

المقاومة : ١ - زراعة الأصناف المقاومة تعتبر من أهم الطرق الفعـــالة فى مقاومة المرض . الأصناف المصرية المزروعة فى السودان هى أكثر الأصنـاف قابلية للاصابة وقد انتخبت فى السودان بعض الأنواع من السكلاريدس المقاومة للمرض منها X 1530 ، X 1730

٢ - القضاء على حشرة الذباب الأبيض الناقلة للمرض باستخدام المبيدات الحشريه الجهازية .

٣ - التخلص من مصادر العدوى وخاصه بقايا نباتات القطن فى الحقل حيث أن الفيروس ينتقل فيها من موسم إلى آخر ، إذ تنمو هذه البقايا معطية نموات خضرية غالبا ما تكون مصابة وذلك عند رى الأرض بعد إزالة القطن لزراعتها بمحاصيل أخرى .

٤ - إتباع دورة زراعية مناسبة .

فيروس تلون أوراق القطن

COTTON ANTHOCYANOSIS VIRUS

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا أو عن طريق البذور ولكنه ينتقل بالتطعيم . الناقل الحشرى هو المن ***Aphis gossypii*** . يعتقد أن الفيروس من النوع العابر .

الاعراض : ظهور كمية كبيرة من صبغة قرمزية أو حمـــراء على الأوراق السفلى أو الوسطية للنباتات المصابة. هذا العرض عادة مايرتبط بنقص الماغنسيوم ولذا يعتقد أن الفيروس يسبب نقص محتوى الماغنسيوم فى النبات .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس طبيعيا القطن ***Gossypuim barbadense*** والبامية *Hibiscus esculentus* وبعض الحشائش هى ***Sida rhombifolia*** و *S. micrantha* . هذا ويعتقد أن الحشائش السابقة وكذلك خلفات القطن تحمل الفيروس خلال الشتاء .

فيروس تبرقش أوراق القطن

COTTON LEAF MOTTLE VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم ، ولم يذكر لهذا الفيروس ناقل من أى نوع .

الأعراض : المرض واسع الانتشار على القطن المصرى **XL.I** فى السودان . تكون الأعراض واضحة على الأوراق الصغيرة حيث تغطى بتبرقش غير منتظم يكون واضحا بالقرب من العروق . يشحب لون الأوراق المصابة بشدة وتتشوه كما تتقزم الساق الرئيسية للنبات ويقل الازهار .

فيروس موزايك عروق القطن
COTTON VEINAL MOSAIC VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم ، ولا يعرف شيء عن وسائل انتقال وانتشار الفيروس فى الطبيعة .

الأعراض : تتقزم النباتات المصابة وتأخذ أوراقها اللون الأخضر الداكن مع ظهور تبرقش لعروقها وتجعد لأنصالها والتواء لحوافها .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس طبيعيا بعض أنواع القطن .

بعض فيروسات القطن الأخرى .

فيروس تغضن (تجعد)أوراق القطن	Cotton leaf - crumple virus
فيروس الورقة الصغيرة فى القطن	Cotton small - leaf virus
فيروس التقزم الطرفى فى القطن	Cotton terminal stunt virus

ثانيا : الخبيزة
Mallow (*Mavla* spp)

فيروس شفافية عروق الخبيزة
MALVA VEIN - CLEARING VIRUS

المرادفات : *Mavla* green mosaic virus ; *Malva* yellow vein mosaic virus ; *Malva* mosaic virus.

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة . الناقل الحشرى من الخوخ *Myzus persicae* والفيروس من النوع المحمول بأجزاء الفم .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تبلغ ٦٤°م ودرجة التخفيف النهائية تصل إلى ١ : ١٠٠ إلى ١ : ٥٠٠ ، بينما مدة التعمير *in vitro* هى ٥ أيام .

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن بطـول ٨٥٦ نانومتر وعرض ١٢ نانومتر .

الأعراض : يظهر موزايك أصفر بطول عروق نباتات الخبيزة المصابة كما يظهر أيضا بعض الاصفرار فى المناطق ما بين العروق، إلا أن الأعراض غالبا ما تتحدد فى المناطق المجاورة مباشرة للعروق .

المدى العوائلى : الأنواع المختلفـة من الخبيزة وبعـض نبـاتات العائلة الخبازية الأخرى .

ثالثا : أبو تيلون

Abutilon spp.

فيروس موزايك أبو تيلون

ABUTILON MOSAIC VIRUS

المرادفات : *Abutilon* infectious chlorosis virus ; *Abutilon* infectious va riegationvirus ; Infectious chlorosis of Malvaceae

مقدمة : يوجد الفيروس طبيعيا فى البرازيل وبورتريكو والهند . يعتقد أن الفيروس إنتشر فى العالم عن طريق نباتات أبو تيلون المصابة التى تنمو كنباتات زينة. كما يعتقد فى وجود المرض فى أوربا ولكنه غير منتشر وربما يرجع ذلك الى غياب حشرات الذباب الأبيض الناقلة .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا ولكنه ينتقل بالتطعيم ، كما ينتقل خلال بذور بعض أصناف أبو تيلون المصابة . النـاقل الحشرى للفيروس هو الذباب الأبيض *Bemisia tabaci* . ذكور وإناث الحشرة لها القدرة على نقل الفيروس إلا أن الاناث أكثر كفاءة فى النقل .

الاعراض : وجود تقطع جذاب أصفر لامع وأخضر فى الأصناف المختلفة لابو تيلون هو السبب الأساسى فى تكاثر هذه الأصنـــاف كنباتات زينة. قد تشفى أحيانا نباتات أبو تيلون من المرض جزئيا أو كليا ولكن هـــذه النباتات أو أجزاء منها تكون معرضة للعـــدوى مرة أخرى. يميل التبرقش إلى الاختفاء إذا ما نمت النباتات فى الظلام أو فى ضوء خافت .

المدى العوائلى : بجانب الأصناف المختلفة لابو تيلون والتى يصيبها الفيروس فان الفيروس أمكن نقله عن طريق حشرات الذباب الابيض إلى نباتات أخرى تتبع العائلة الخبازية والبقولية والباذنجانية . يوجد الفيروس طبيعياً على القطن مسببا له مرض الموزايك .

الفصل الخامس

فيروسات العائلة الصليبية والرمرامية

فيروسات العائلة الصليبية

Fam. Cruciferae

أولا : الفجل

Radich (*Raphanus sativus*)

فيروس موزايك الفجل

RADISH MOSAIC VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ولا ينتقل خلال البذور . الناقل الحشري للفيروس عدة أنواع من الخنافس هى *Epitrix hirtipennis* و *Diabrotica undecimpunctata* , *Phyllotreta cruciferae* .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٦٥ - ٨٠°م . درجة التخفيف النهائية ١ : ١٤٠٠٠ . مدة التعمير *in vitro* ١٤ يوم .

مورفولوجيا الفيروس : كروى ويبلغ ٣٠ نانومتر فى القطر .

الأعراض : تظهر أعراض الاصابة بالفيروس على نباتات الفجل فى صورة بقع صغيرة شاحبة غير منتظمة أو دائرية بالقرب من العروق وبينها . يزداد عدد البقع الشاحبة وتحل محل اللون الأخضر الداكن العادى للورقة ، وتصبح الأوراق ذات لون شاحب يتخلله مناطق خضراء داكنة غير منتظمة نادرا ماترتفع عن مستوى سطح الورقة (شكل ٢٠) .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى واسع إذ يصيب ١٩ نوع لتسعة أجناس

تتبع ٤ عائلات . من ضمن النباتات التى يصيبها الفيروس القنبيط والكرنب والسبانخ والدخان ودخان جلوتينوزا . وتعتبر نباتات الكرنب الصينى *Brassica chinensis* من أهم العوائل المشخصة لهذا الفيروس حيث يعطى على الأوراق المعداه فقط بقع شاحبة وبقع نيكروزية مع نيكروزس للعروق .

ثانياً : اللفت

Turnip (*Brassica rapa*)

فيروس موزايك اللفت

TURNIP MOSAIC VIRUS

المرادفات: Crucifer (Turnip) mosaic virus ; Horseradish mosaic virus ; *Brassica nigra* virus ; Ring necrosis of petsai ; Radish (Daikon) P. virus .

مقدمة : يوجد الفيروس فى معظم دول أوربا واليابان وأمريكا وجنوب أفريقيا ويحتمل وجوده فى مصر .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ولاينتقل خلال البذور . الناقل الحشرى هو المن *Myzus persicae* و *Brevicoryne brassicae*

خواص الفيروس فى العصير : تبلغ درجة الحرارة المميته ٥٥ - ٦٠°م ودرجة التخفيف النهائية ١٠-٣ ومدة التعمير *in vitro* ٤٨ - ٧٢ ساعه .

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن يبلغ حوالى ٧٢٠ نانومتر فى الطول .

الاعراض : يظهر على بادرات اللفت المصابة أعراض شفافية العروق

وتبرقش بين العروق مما يجعل لون الأوراق يميل إلى الاصفرار . تتجعد الأوراق وتتقزم النباتات فى المراحل المبكرة من الاصابة. تدريجيا مع تكشف الأوراق وانبساطها يختفى اللون الاصفر ليحل محله مناطق خضراء داكنة غير منتظمة مرتفعة عن سطح الورقة ، ينتشر بينها عدد قليل من المناطق الشاحبة .

فى المراحل المتأخرة من الاصابة تحل المناطق الخضراء الفاتحة والشاحبه محل المناطق الخضراء الداكنه .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى واسع اذ يصيب ٣٨ نوع تتبع ١٢ عائلة عدد كبير من الأنواع القابلة للاصابة تتبع العائلة الصليبيه .

يعطى الفيروس بقع موضعية على *Chenopodium amaranticolor* ، كما يصيب نباتات الدخان *Nicotiana tabacum* ودخان جلوتينوزا *N. glutinosa* معطيا أعراضا عليهم عكس ما يعطيه فيروس موزايك الدخان، إذ يعطى بقع موضعية بدون انتشار جهازى على نباتات الدخان وأعراض موزايك على دخان جلوتينوزا بدون تكوين بقع موضعية .

فيروس الموزايك الأصفر فى اللفت

TURNIP YELLOW MOSAIC VIRUS

المرادفات : Newcastle (turnip) virus

مقدمة : يوجد الفيروس فى انجلترا واسكوتلندا والمانيا والبرتغال وشمال أمريكا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصاره ولا ينتقل عن طريق البذور . الناقل الحشرى ، الذى يلعب دوراً كبيراً فى انتشار الفيروس فى الحقل هى الخنافس

البرغوثية .*Phyllotreta* spp ، كما يمكن أن تقوم بنقله أيضـــا بعض انواع الحشرات القارضة الأخرى .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٧٠ - ٧٥°م ودرجـــة التخفيف النهائية ١٠-٥ - ١٠-٦ . مدة التعمير *in vitro* على درجة حرارة الغرفة فترة قصيرة وتبلغ عدة أسابيع قليلة فى حالة التحضيرات النقية من الفيروس.

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى ٢٨ نانومتر فى القطر .

الأعراض : تظهر الأعراض الأولية على نباتات اللفت والكرنب الصينى والقنبيط بعد ١٠ - ١٤ يوم من العدوى فى صورة شفافية صفراء لعروق الأوراق الصغيرة ويتبع هذا ظهور مناطق صفراء صغيرة على الأوراق الكبيرة تلتحم لتعطى مناطق صفراء كبيرة .

أعراض الموزايك على بعض النباتات مثل الكرنب الصينى تكون واضحة جداً حتى أنها تشابه التقطع variegatien حيث تتكون من مناطق صفراء أو بيضاء تتبادل مع مناطق خضراء داكنة ، كما يظهر تقطع أبيض white break على أزهار نباتات الكرنب الصينى المصـــابة . أعراض الموزايك الأصفر على نباتات اللفت تشبه الأعراض التى يعطيها الفيروس على نباتات الكرنب الصينى إلا أنها أخف قليلا فى حدتها . أعراض التبرقش الذى يعطيها هذا الفيروس على نباتات الكرنب والقنبيط تـكون أكثر وضوحاً من تلك الأعراض التى تعطيها الفيروسات المنقولة بالمن ولكنها أقل وضوحاً من أعراضـــه التى يعطيها على نباتات الكرنب الصينى واللفت .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس نباتات العائلة الصليبية . كما يعطى الفيروس على نباتات *Cleome spinosa* بقع موضعية حمراء معقوبة بموزايك جهازى جزئى .

بعض فيروسات اللفت الاخرى

فيروس تجعد اللفت	Turnip crinkle virus
فيروس الاصفرار المعتدل فى اللفت	Turnip mild yellows virus
فيروس تورد اللفت	Turnip rosette virus

ثالثاً : الكرنب

Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

فيروس التبقع الحلقى الاسود فى الكرنب
CABBAGE BLACK RINGSPOT VIRUS

المرادفات: Cabbage black - ring virus ; Cabbage ring necrosis virus ; Cabbage virus A .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة . الناقل الحشرى هو المن *Myzus persicae* و *Brevicoryne brassiae* .

خواص الفيروس فى العصير : لاتختلف كثيراً عن خواص فيروس موازيك اللفت وقد ظهر أن هذا الفيروس ماهو إلا سلالة لفيروس موزايك اللفت .

الاعراض : تظهر أعراض الاصابة على نباتات الكرنب على هيئة حلقات أو بقع صغيرة سوداء نيكروزية ، قد تكون من الكثرة بحيث تغطى كل الورقة . تظهر هذه البقع على الأوراق المعداه لنباتات الكرنب الصغيرة وعادة لايسبب الفيروس شفافية للعروق كعرض أولى . تظهر الاعراض الجهازية فى صورة بقع تصبح نيكروزيه وسوداء تأخذ المظهر الحلقى وكثيراً ما تظهر أولا على السطوح السفلية للاوراق .

المدى العوائلى : لايختلف عن المدى العوائلى لفيروس موزايك اللفت ويتميز هذا الفيروس عن فيروس موزايك اللفت بإعطائه لأعراض شديدة على نباتات الكرنب ودخان جلوتينوزا .

رابعا : القنبيط

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)

فيروس موزايك القنبيط

CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS

المرادفات : Cabbage virus B; Chinese cabbage mosaic virus ; Cabbage mosaic virus ; Broccoli mosaic virus .

الانتقال : ينتقل الفيروس بالعصارة بصعوبة ولكن يسهل نقله إذا ما أستخدم الكاربوراندم كمادة خادشة . لاينتقل خلال البذور ولكنه ينتقل حشريا بأنواع مختلفة من المن منها

Myzus persicae , *Rhopalosiphum pseudobrassicae* , *Brevicoryne brassicae* .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة ٧٠ — ٧٥°م ودرجة التخفيف النهائية ١ : ٢٠٠٠ . مدة التعمير *in vitro* على درجة ٢٣م تصل إلى ١٤ يـــوم .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى ٥٠ نانومتر فى القطر ويحتوى على DNA ثنائى الخيط .

الاعراض : تظهر الأعراض الأولية على الأوراق الصغيرة غالبا فى صورة شفافية العروق يعقبه ظهور تحزم للعروق . يكون الحزم فى صـــورة مناطق

خضراء داكنة تحيط بالعروق ومناطق فاتحة بين العروق إلا أنه أحيـــانا ما يحدث العكس على الأوراق التى تتكشف مؤخراً إذ تحاط العروق بمناطق فاتحة أما ما بين العروق فيأخذ اللون الأخضر الداكن . غالبا ما تظهر نموات زائدة على أوراق النبات المصاب . كما يكون الفيروس أجسام محتواه .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس نباتات العائلة الصليبية، ولكنه لا يصيب الدخان ودخان جلوتينوزا القابلة للأصابة بفيروس موزايك اللفت (التبقع الحلقى الأسود فى الكرنب) . كما وجد أنه يعطى بقعا موضعية على نباتات *Datura stramonium* .

فيروسات العائلة الرمرامية

Fam. Chenopodiaceae

البنجر

Beet (*Beta vulgaris*)

فيروس تجعد قمة البنجر

BEET CURLY - TOP VIRUS

المرادفات : 'Curly top, Sugar beet virus ; Sugar beet curly top virus ; Sugar beet curly leaf virus ; Western yellow blight virus ; Tomato yellows.

مقدمة : الفيروس غير واسع الانتشار فى العالم ويحتمل وجوده فى مصر على نباتات بنجر السكر .

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم والحامول كما يمكن أن ينتقل ميكانيكيا بالعصارة ولكن بمعاملات خاصة . ينتقل الفيروس أساسا بواسطة نطاط الأوراق *Euttetix tenellus* . تلتقط الحشرة الفيروس بعد مدة قليلة من التغذية على النبات المصاب ولا تصبح معدية إلا بعد مرور مدة تتراوح بين عدة ساعات إلى عدة أيام . لا يتضاعف الفيروس داخل الحشرة ولا ينتقل عن طريق بيضها .

خواص الفيروس : درجة الحرارة المميتة تقع ما بين ٧٥ إلى ٨٠°م . تصل درجة التخفيف النهائية إلى ١ : ١٠٠٠ فى حالة استخدام عصير البنجر بينما تصل فى حالة مستخلص حشرة نطاط الأوراق الناقلة إلى ١ : ٢٤٫٠٠٠. يحتفظ الفيروس بفاعليته فى مستخلص أوراق البنجر المصابة لمدة ٧ أيام تقريبا ولكن

إذا جففت الأوراق المصابه فان الفيروس يحتفظ بفاعليته لمدة طويلة تصل إلى أربعة شهور، كما يحتفظ بفاعليته لمدة ٦ شهور فى الحشرة الناقلة المجففة ولمدة ١٠ شهور فى إفرازات اللحاء المجففة .

مورفولوجيا الفيروس : أمكن رؤية جزيئات كروية شبيهة بالفيروس تبلغ حوالى ٢٠ نانومتر فى القطر فى تحضيرات فيروس تجعد قمة البنجر المنقاه تنقية جزئية .

الأعراض : إذا أصيب نبات البنجر الصغير فان المرض يسبب أضراراً كبيرة تنتهى بموته بسرعة، وقد يبقى النبات حيا لعدة أسابيع وتكون أوراقه صغيرة الحجم ومتقزمة إلا أن النبات يموت أيضا فى النهاية . إذا أصيب النبات فى طور متأخر فإن الأوراق البالغة الموجودة وقت حدوث الاصابة لا تظهر عليها أعراض مرضية سوى أن لونها يتحول إلى الاصفرار وتموت فى النهاية. أما النبات فيتقزم وتخرج عليه أوراق صغيرة ، وتظهر على النموات الحديثة مظاهرالأعراض واضحة، فتلتف الأوراق الصغيرة إلى الداخل ويتجعد النصل وتظهر شفافية العروق ثم تظهرانتفاخات على العروق من على السطح السفلى للأوراق (شكل ٣١) . قد يظهر على العنق والعروق الوسطى إفرازات تكون فى بادىء الأمر رائقة ولزجة ثم تصبح قاتمة وصمغية وتجف مكونة قشرة بنية . الأوراق المصابه يبقى لونها أخضر قاتم لمدة من الزمن ثم تتحول فى النهاية إلى اللون الأصفر ثم البنى وتموت قبل الأوان . النباتات التى تصاب متأخرا فى نهاية الموسم وهى كاملة النضج عادة ما يكون التأثير عليها بسيط أو لا يكون هناك تأثير ولا تظهر أعراض المرض .

يحدث الفيروس تحلل وموت موضعى فى لحاء النبات المصاب. وإذا ما عمل

قطاعا عرضيا فى النبات المصاب فانه تشاهد حلقات قاتمة اللون متحدة المركز .

يصيب الفيروس نباتات الطماطم أيضا مسببا إنحنـــاء الوريقات إلى اسفل والتفافا للأنصال الى أعلى . تصبح الأوراق صفراء سميكة خشنة الملمس وتأخذ عروق الوريقات المتقدمة فى العمر لونا بنفسجيا على السطح السفلى . تصبح ساق النبات مفرغة نتيجة لجفاف النخاع ويقف النبات عن النمو ويتقزم .عادةمايظهر عفن بأطراف الجذور الجانبية الصغيرة .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس العديد من النباتات المزروعة والبرية . ومن النباتات الاقتصادية التى يصيبها بنجر السكر ، الطماطم ، الكتان ، السبانخ، القرع العسلى ، الخيار ، القاوون ، الشمام ، الفاصوليا ، اللوبيا ، الفول ، الدخان الداتورة ، الفجل ، الكرنب وغيرها . وعموما فان الفيروس يصيب طبيعيـــا وتجريبيا أكثر من ١٥٠ نوع من النباتات العشبية التى تنتمى إلى أكثر من عائلة نباتية .

المقاومة : ١ ـ الزراعة المبكرة قبل ظهور الحشرة الناقلة والتسميد الكافى للنباتات .

٢ ـ تظليل النباتات بالقماش أو إحاطتها بالنباتات الطويلة مثل الذرة

٣ ـ القضاء على الحشائش المعمرة التى يصيبها الفيروس .

٤ ـ إستخدام المبيدات الحشرية للقضاء على الحشرة الناقلة،وتكون هذه الطريقة ذات فاعلية إذا ما إستخدمت دوريا على مساحة كبيرة من الأرض مرة واحدة .

٥ ـ أكثر الطرق فاعلية فى مقاومة المرض هى إستخدام أصناف

مقاومة ، وهناك عديد من أصناف البنجر والطاطم والفاصوليا وغيرهم المقاومة للمرض .

فيروس موازيك البنجر
BEET MOSAIC VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس فى فرنسا والدنمارك والمانيا والسويد والولايات المتحدة وانجلترا وفى جميع مناطق زراعة البنجر فى أوروبا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة مع استخدام الكاربورانذم كمادة خادشة . لا ينتقل الفيروس بالبذور ولكن ينتقل بحشرات المن وخاصة *Aphis fabae*, *Myzus persicae*.

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع ما بين ٥٥ و ٦٠°م. درجة التخفيف النهائية ١ : ١٠٠٠ . مدة التعمير *in vitro* على ٢٢°م تقع بين ٢٤ و ٤٨ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن ينتمى إلى مجموعة فيروس Y ويبلغ فى الطول ٧٣٠ نانومتر وفى العرض ١٣ نانومتر .

الاعراض : تظهر الأعراض الأولية على ورقة أو أكثر من أوراق القلب على هيئة عديد من البقع الصفراء الصغيرة أو النقط غير المنتظمة التى تزداد فى الحجم. أما على الأوراق الصغيرة فيظهر تبرقش واضح من الأخضر الفاتح أو الأصفر يعطى تباينا واضحا مع لون الورقة الأخضر الداكن . تنحنى الورقة المصابة إلى الخلف بالقرب من طرفها وتلتوى وتتجعد حوافها وغالبا ما يعقب ذلك موت لطرفها فى حالات المرض الشديدة تتجعد الأوراق وتتشوه كما تلتف حوافها للداخل آخذة شكل أنبوبة، كما يصبح التبرقش أكثر وضوحا ويتأخر نمو النبات ويتقزم . وعامة تنضج النباتات المصابة مبكرا عن النباتات السليمة .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس البنجر وبنجر السكر والسبانخ وبعض نباتات العائلة البقولية والباذنجية وغيرها. من نباتات الاختبار الهامة للفيروس *Chenopodium amaranticolor* , *Gomph ena globosa* . يعطى الفيروس على نباتات الجفرينا حلقات موضعية بنية بعد ١٠ أيام من عدواها بالفيروس وتمتد البقع بطول العروق فى إتجاه قاعدة الورقة بطريقة مميزة وتظهر الأصابة الجهازية فى صورة خطوط نيكروزية صفراء ونقط flecks مع تشوه للأوراق ، أما على *C. amaranticolor* فيعطى الفيروس بقع موضعية نصف نيكروزية .

المقاومه : ١- التخلص من الحشائش القابلة للاصابة بالفيروس حيث أنها تعمل كمصدر للفيروس وكعوائل للحشرة الناقلة *Aphis fabae* .

٢ - إزالة نباتات البنجر المصابة مبكراً كلما أمكن ذلك .

فيروس اصفرار البنجر
BEET YELLOWS VIRUS

المرادفات : Crackly yellows ; Beet etch yellow virus ; Beet romagna yellows virus .

مقدمة : يوجد الفيروس فى كل الأقطار تقريبا التى يزرع فيها البنجر ويحتمل وجوده مصر .

الانتقال : يمكن نقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ولكى تتم العدوى بكفاءة يجب وضع نباتات الاختبار لمدة يوم أو يومين فى الظلام ، ومصدر اللقاح لابد وأن يكون من نباتات مصابة بشدة كما يجب استخدام المواد الخادشة . تحت هذه الظروف فإن عدوى الأوراق التامة النمو بالعصارة يسبب ظهور

عديد من البقع النيكروزية الداكنة اللون وقد وجد أن ٢٥ ٪ من النباتات الملقحة تعطى أعراضا جهازية . ينتقل الفيروس ميكانيكيا إلى بعض أنواع الزربيح . لا يحمل الفيروس بالبذور والناقل الحشرى له هو المن *Myzus persicae* و *Aphis fabae* ، إلا أن الحشرة الأولى هى الأكثر أهمية فى النقل .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع بين ٥٠ — ٥٥°م، ودرجة التخفيف النهائية كما قدرت على *Chenopodium capitatum* هى ١ : ٥٠٠٠ . مدة التعمير *in vitro* تقع بين ٨ إلى ٢٤ ساعة .

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن أو خيطى طويل جدا ويبلغ ١٢٥٠ نانومتر فى الطول و ١٣ نانومتر فى العرض .

الأعراض : على عكس كثير من الفيروسات فإن أعراض هذا الفيروس على نباتات بنجر السكر تميل إلى الظهور على الأوراق الخارجية المسنة عن الأوراق الصغيرة النشطة النمو . الأوراق الخارجية والوسطية لنباتات البنجر المصابة بفيروس الاصفرار تصبح صفراء سميكة هشة ويبدأ الاصفرار عادة من الأطراف والحواف العليا للأوراق وينتشر إلى أسفل بين العروق وتتداخل الأنسجة الخضراء والصفراء كل منهما فى الآخر . تختلف المناطق الشاحبة فقد تكون مائية أو صفراء مخضرة وقد تصبح برتقالية أو حمراء فى بعض أصناف بنجر السكر . تصفر أوراق النبات المصاب بشدة ويحدث خشخشة عند تحريكه ولا تذبل أوراقه بسهولة فى الجو الجاف ويصبح مجموعه الخضرى هشا ومن هنا نشأ إسم مرض هشاشة وإصفرار البنجر crackly yellows . يظهر على الأوراق المصابة نيكروزس يبدأ فى الظهور فى المناطق التى أصبحت شاحبة أولا ثم يتجه إلى أسفل .

يتأثر اللحاء ويتراكم النشا فى الأوراق ويقل محتوى السكر .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس نباتات تتبع أكثر من ١١ عائلة .

المقاومة : ١ - مقاومة الحشرات الناقلة .

٢ - التخلص من مصادر الفيروس الطبيعية من حشائش ونباتات حساسة للاصابة .

٣ - إنتاج أصناف مقاومة أو استخدام أصناف محتملة tolerant varieties مثل الصنف Maris Vanguard تقلل الخسائر الناجمة عن الفيروس إلى النصف تقريباً . وقد أمكن فى الولايات المتحدة إنتاج صنفين من بنجر السكر هما USHq A ، USHq B ذات مقاومة متوسطة لفيروس إصفرار البنجر .

بعض فيروسات البنجر الأخرى

فيروس تجعد أوراق البنجر	Beet Leaf curl virus
فيروس الاصفرار المعتدل فى البنجر	Beet mild yellowing virus
فيروس التبرقش الحلقى فى البنجر	Beet ring mottle virus
فيروس اصفرار البنجر الغربى	Beet western yellows virus
فيروس الاصفرار الشبكى فى البنجر	Beet yellow - net virus
فيروس إصفرار وتقزم البنجر	Beet yellow stunt virus

الفصل السادس

فيروسات العائلة المركبة والقرنفلية والتوتية

فيروسات العائله المركبة

Fam . Compositae

أولا : الخس

Lettuce (*Lactuca sativa*)

فيروس العرق الكبير فى الخس

LETTUCE BIG VEIN VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس فى انجلترا وفرنسا وألمانيا ونيوزيلندا وينتشر انتشاراً كبيراً فى الولايات المتحدة الأمريكية وخاصة كاليفورنيا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا عن طريق تلقيح الجذور ، كما ينتقل بفطر ***Olpidium brassicae*** وقد ذكرت طريقة النقل فى الفصل الخامس من الجزء الأول .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميته ٦٥°م وذلك إذا عرض لهذه الدرجة لمده ٣٠ دقيقة . درجة التخفيف النهائية ١ : ٢٠٠ر٠٠٠

الاعراض : تظهر أولى الأعراض فى صورة شفافية للعروق تكون أوضح من شفافية العروق التى يسببها فـــيروس موزايك الخس ويلى ذلك إستطالة وإبيضاض مناطق أوعية أعناق وأنصال الأوراق مع ظهور تحـــزم لعروق الأوراق .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس عدد محـــدود من الأنواع التابعة للعائلة المركبه .

المقاومة : تعتمد على القضاء على الفطر الناقل للفيروس ويتم ذلك باستخدام طرق مختلفة منها التدخين بمدخنات التربة الحديثة مثل الكلوروبيكرين **chloropicrin**

فيروس موزايك الخس

LETTUCE MOSAIC VIRUS

مقدمة : ينتشر الفيروس فى إنجلترا وأوربا والولايات المتحدة كما سجـــل حديثاً فى نيوزيلندا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا كما ينتقل بالبذرة . تختلف نسبة البذور الحاملة للفيروس باختلاف الأصناف وعامة تتراوح مابين ١ إلى ٨٪ . لاينتقل الفيروس فى بذور الصنف **Cheshunt Eearly Giant** ويرجع ذلك إلى أن الأزهار المبكرة التى تتكون على النباتات المصابة لهذا الصنف تموت نتيجة للاصابة بالفيروس ، ولكن هذه النباتات تشفى جزئيا بعد ذلك وتنتج بذور سليمة عادية .

ينتقل الفيروس بأنواع مختلفة من المن منهــا ***Myzus persicae*** و ***Aphis gossypii*** و ***Macrosiphum euphorbiae*** . والفيروس من النوع المحمول بأجزاء الفم .

خواص الفيروس فى العصير : درجـة الحرارة المميته تقع مابين ٥٥ و ٦٠°م . درجة التخفيف النهائية ١ : ١٠٠ . مـــدة التعمير ***in vitro*** ٤٨ ساعة أو أقل .

مورفولوجيا الفيروس : عصوى مرن يبلغ ٧٥٠ نانومتر فى الطول و ١٣ نانومتر فى العرض .

الأعراض : تظهر الاعراض على نباتات الخس التامة النضج فى صورة تقزم للنباتات ونقص القلب وتبرقش أو إصفرار ونيكروزس أو حروق وتشوه للأوراق . يظهر التبرقش والإصفرار خلال الربيع بينما يظهر النيكروزس وحروق الورقة خلال الصيف .

تعتبر شفافية العروق من الاعراض الهامة التى تظهر على النباتات الصغيرة والكبيرة على السواء وبالاضافة إلى ذلك قد تظهر مناطق شاحبة غير منتظمة أو تصبح الورقة كلها صفراء ويظهر على الاوراق بثرات عديدة blisters ويتغير شكلها . يأخذ النيكروزس شكل بقع صغيرة نيكروزية بين العروق أو يحدث النيكروزس فى العروق ، كما قد يحدث إحتراق شديد لحواف الورقة .

وعلى بعض أصناف الخس تظهر أولى مظاهر الاعراض فى صوره شفافيه للعروق متبوعه بظهور تبرقش ويندر حدوث نيكروزس للعروق . تحترق حواف الاوراق وتتقزم النباتات وتفشل فى تكوين قلب كثيف .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس بعض نباتات العائله المركبه والعائله البقوليه .

المقاومة : ١ - انتاج بذور خالية من الفيروس وإستخدامها فى الزراعه .

٢ - التخلص من النباتات المصابة فى الحقل مبكراً كلما أمكن ذلك .

٣ - يجب أن لاتكون مراقد البذور والتى تؤخذ منها شتلات الخس قريبة من محاصيل خس كبيرة فى العمر أو محاصيل أخرى حساسه للمرض . وعند اجراء عملية الشتل تغمس الشتلات فى محلول النيكوتين .

٤ - مقاومة حشرة المن باستخدام المبيدات الحشرية ولو أن معاملة النباتات الصغيرة قد لا تمنع العدوى بالفيروس . وعامة يجب مقاومة المن على النباتات الكبيرة العمر المصابة قبل أن يعطى المن أعداد كبيرة من الأفراد المجنحة .

ثانياً : الخرشوف

Artichoke (*Cynara scolymus*)

فيروس التجعد المبرقش فى الخرشوف

ARTICHOKE MOTTLED CRINKLE VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكياً بالعصارة إلى النباتات العشبية . لم تعرف حتى الآن ناقلات للفيروس .

خواص الفيروس فى العصير : عند تقدير خواص الفيروس فى العصاره المستخلصة من نباتات الجفرينا المصابة وجد أن درجة الحرارة المميته ٦٧ إلى ٧٠°م ودرجة التخفيف النهائية ١٠-٥ - ١٠-٦ ومـدة التعمير *in vitro* ١٢ إلى ١٧ يوم .

الاعراض : تتكون الاعراض على الخرشوف من موزايك مع تجعد شديد مصحوب بتشوه سطح الورقة كما تختزل كثيراً الانسجه البرانشيمية الموجودة بين العروق .

المدى العوائلى : من العـوائل القابلة للاصابة بالفيروس *Nicotiana clevelandii* و *N. glutinosa* . كما يعطى الفيروس على أوراق نباتات الجفرينا *Gomphrena globosa* بقع موضعية نيكروزيه محاطه بهاله .

ثالثا : الداليا

(*Dahlia variabilis*)

فيروس موزايك الداليا

DAHLIA MOSAIC VIRUS

المرادفات : *Dahlia* stunt or dwarf virus; *Dahlia* runting virus; *Dahlia* Leaf curl and rosette virus.

مقدمة : ينتشر المرض أينما توجد الدليا والفيروس واسع الانتشار فى كل أوروبا والولايات المتحدة.

الانتقال : ينتقـــل الفيروس ميكانيكيا بصعوبة بواسطة عصير نباتات الداليا المصابة إلى النباتات السليمة ويرجع ذلك إلى وجود مثبطات فى العصير ، قد تكون مواد تانينية ، تؤثر على الفيروس عند استخلاص العصير من الأنسجة . وفى حالة إمكان التخلص من المثبطات ونقل الفيروس إلى نباتات الزينيا *Zinnia elegans* فإن النقل بالعصارة من نباتات الزينيا إلى العوائل الأخرى يصبح سهلا بعد ذلك ، وقد أمكن بهذه الطريقة دراسة بعض خواص الفيروس.

أما فيما يختص بالناقل الحشرى فان الفيروس ينتقل بأنواع عديدة من حشرة المن أهمها *Myzus persicae* . تكتسب الحشرة الفيروس من النباتات المصابة خلال فترة تغذية مدتها دقيقة واحدة ، وتحتفظ به لمدة ٣ ساعات أو أقل .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع ما بين ٥٠ ، ٩٠°م. درجة التخفيف النهائية ١ : ٣٠٠٠ ، مدة التعمـــير *in vitro* تقع ما بين ٢٨ — ٣٥ يوم .

مورفولوجيا الفيرس : الفيروس كروى عديد الأوجه ويبلغ ٥٠ نانومتر فى القطر ويحتوى على DNA .

الأعراض : من أهم الأعراض المميزة التى تظهر على نبــاتات الداليا المصابة بفيروس موزايك الداليا هو تحزم العروق vein - banding ويأخذ التحـزم اللون الأخضر المصفر أو الأخضر الشـاحب بينما بقية النصل يظل محتفظا بلونه الأخضر العادى. يختلف عرض وشكل التحزم باختلاف الأصناف المصابة. لا يختلف لون تحزم العروق من نبات إلى آخر داخل الصنف الواحد ولكنه يتباين بالنسبة للأصناف المختلفة من أخضر شاحب خفيف إلى أصفــر واضح عميق . أغلب أعراض تحزم العروق قد تختفى على الأوراق بتقدمها فى العمر .

يظهر على بعض الأصناف الأمريكية المصابة بالموزايك إصفرار للأوراق مع إلتفاف حوافها إلى أعلى حول العرق الوسطى ، وغالبا ما يكون عرض تحزم العروق غير واضح على مثل هذه الأصنــاف . بعض الأصناف الأخرى تظهر تشوها واضحا وتجعدا للأوراق مع ظهور بثرات عليها blisters .

هذا ويعتبر عرض قصر السلاميات من الأعراض الدائمـة التى تظهر على النباتات المصابة لكل أصناف الداليا الغير محتملة للفيروس ويصاحب تقزم الساق الأصلى خروج فروع جانبية قصيرة أيضا ويأخذ بذلك النبات مظهراً شجـيريا متقزما . أعناق أزهار مثل هذه الأصناف عادة ماتكون قصــيرة لدرجة قد يصبح معها مستحيلا قطع زهـرة بعنق مناسب . لا يسبب المرض تغييراً فى لون الأزهار .

المدى العوائلى : لا يصيب الفيروس تجريبيا نباتات خارج العائلة المركبة . كل أنواع الجنس *Dahlia* قابلة للاصابه بالفيروس .

المقاومة : زراعة وإكثار النباتات السليمة من الداليا فى منطقة على مسافة بعيدة من مناطق زراعات الداليا المصابة بالمرض ، مع الرعاية المستمرة وإزالة النباتات التى تظهر عليها أعراض المرض . كما يجب مقاومة الناقل الحشرى خلال الفترة التى تنمو فيها العقل أو البادرات فى الصوب الزجاجية .

رابعا : الكريزانثمم (الأراولا)

(*Chrysanthemum* spp.)

فيروس تشوه أزهار الكريزانثمم

CHRYSANTHEMUM FLOWER DISTORTION VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس إلى الكريزانثمم بواسطة التطعيم أو الحامول .

الأعراض: يظهر على بعض أصناف الكريزانثمم المصابة تشوهات فى الازهار ولا تظهر أعراض على الاوراق، بينما على بعض الاصناف الاخرى يحدث الفيروس تقزما ضعيفا وتشوها للأزهار بدرجات مختلفة . تظهر أعراض المرض على نباتات الونكا *Vinca rosea* عند نقله إليها بالحامول بعد ٦ أشهر حيث تتقزم النباتات ويزداد تفريعها وتصفر الاوراق وتأخذ عروقها اللون الاسود .

فيروس التبقع الحلقى فى الكريزانثمم

CHRYSANTHEMUM RINGSPOT VIRUS

المرادفات : Chrysanthemum ring pattern virus

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم كما ينتقل بالوسائل الميكانيكية ولكن بصعوبة . وقد وجد أن الفيروس لا ينتقل بواسطة من الخوخ *Myzus persicae*

الاعراض : تتكون أساسا من بقع حلقية كبيرة شاحبة أو صفراء مصحوبة

يصغر حجم الأوراق وتشوهها . يوجد هذا الفيروس دائماً مختلطاً مع فيروس تقزم الكريزانثمم .

المدى العوائلي : لا يصيب الفيروس نباتات أخرى غير الكرايزنثمم .

فيروس تقزم الكريزانثمم
CHRYSANTHEMUM STUNT VIRUS

مقدمة : ينتشر الفيروس انتشاراً واسعاً في الولايات المتحدة ، كما يوجد في كندا وهولندا وانجلترا .

الانتقال : ينتقل الفيروس بالوسائل الميكانيكية وكذلك بواسطة الحامول ولكن يبدو أنه لاينتقل عن طريق البذور . لم يعرف بعد ناقل للفيروس .

خواص الفيروس في العصير: درجة الحرارة المميتة أعلى من ٩٠°م ولكنها أقل من ١٠٠°م . ودرجة التخفيف النهائية ١٠—٤ . مدة التعمير تبلغ ١٠٠ يوم وذلك على ٣°م ، ولكن قدرة الفيروس على العدوى تفقد بعد ٥٥ - ٦٠ يوم إذا ما حفظ عصير النباتات المصابة على ٢١°م .

مورفولوجيا الفيروس : لقد فشل الباحثون في عزل جزيئات الفيروس مما أدى إلى الاعتقاد بأن مسبب تقزم الكريزانثمم قد يكون حامض نووي عاري (uncoated nucleic acid viroid) وقد ثبت حديثاً صحة ذلك .

الأعراض : تختلف الأعراض كثيراً باختلاف الصنف المصاب . أهم عرض مميز للمرض هو إختزال حجم النبات والأوراق والأزهار . نباتات الكريزانثمم لاتتورد ولا ينشط فيها تكوين الفروع الجانبية وتزهر مبكراً عن النباتات السليمة لنفس الصنف .

يعطى الفيروس أعراضا على أوراق بعض الأصنــاف . فعلى الصنف Blazing Gold يعطى حزم أصفر للعـروق ، بينما على الصنفين Blancha و Yellow Garza تتجعد الأوراق وتصغر فى الحجم ويظهر على المناطق المجعدة من الورقة رقع خضراء مصفرة غير منتظمـة . البعض الآخر من الأصناف قد يحمل الفيروس بدون ظهور أعراض .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس تجريبيا كل أنواع الكريزانثمم كما يصيب أيضا نباتات أخرى تتبع العائلة المركبة .

المقاومة : وضع برنامج لانتخاب النباتات السليمة وتكوين نويات خالية من فيروس التقزم وهذه يمكن إكثارها للاغراض التجارية . ويتم ذلك عـن طريق إنتخاب أحسن النباتات من ناحية النمو الخضرى وتترك لتزهر حتى يمكن التاكد من خلوها من أعراض التقزم عند التزهير (التزهير المبكر وصغـر حجم الأزهار) ، وللاسراع من عملية التعـــرف على الفيروس تجرى عملية تطعيم graft indexing على صنف كريزانثمم حساس للفيروس مثـــل الصنف Blazing Gold .

وحيث أن هذا الفيروس ينتقل بسهولة خلال العمليات الزراعيـة المختلفة ، لذا لابد من التعقيم المستمر للأيدى والأدوات المستخدمة . النباتات السليمـة والتى ثبت خلوها من الفيروس تستخدم كنـــويات ، تزرع فى تربة معقمة فى صوب زجاجية معزولة ، للاكثار منها وإنتاج الأصناف الخالية من الفيروس .

فيروس B الكريزانثمم

CHRYSANTHEMUM VIRUS B

المرادفات : Chrysanthemum mild mosaic virus

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا كما ينتقل بواسطة حشرات المن الآتية :
Myzus persicae , *M. solani* , *Macrosiphoniella sanborni*, *Rhopalosiphum ruformaculatum* ,

خواص الفيروس فى العصير : تختلف درجة الحرارة المميتة باختلاف وقت السنة . ففى وقت الشتاء تقع مابين ٧٠ و ٨٠°م أما فى الأوقات الأخرى من السنة فتقع ما بين ٥٠ و ٧٠°م .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس عصوى الشكل ويبلغ ٦٨٥ نانومتر فى الطول و ١٢ نانومتر فى العرض .

الاعراض : تختلف أعراض الاصابة باختلاف الصنف المصاب ، فيظهر تخطيط أصفر على أزهار بعض الأصناف ، بينما على أوراق بعض الأصناف الأخرى قد يظهر حلقات خضراء مصفرة وعلى البعض الثالث لا تظهر مظاهر إصابة.

المدى العوائلى : يصيب الفيروس بجانب الكريزانثمم نباتات الكالنديولا والاستر الصينى ودخان جلوتينوزا والبيتونيا .

فيروسات العائلة القرنفلية

Fam. Caryophyllaceae

القرنفـــل

Carnation (*Dianthus* spp.)

فيروس تبرقش القرنفل

CARNATION MOTTLE VIRUS

الانتقـــال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بواسطـة العصارة وكذلك ينتقل أيضا بين النباتات وبعضها خلال المعاملات المختلفة . لا ينتقل الفيروس عن طريق البذور ولا عن طريق الحامول .

لا يعرف للفيروس ناقل حشرى ، ولكن نظراً لتشابه هذا الفيروس مع الفيروسات الأخرى التى تنتقل بواسطة الخنافس ، لذلك فقد يكون لهذا الفيروس أيضا ناقل من هذه الخنافس .

خواص الفيروس فى العصير : تقع درجة الحرارة المميتة بين ٨٥ - ٩٠°م. درجة التخفيف النهائية تبلغ ١ : ٢٠٠٠٠٠ ومدة التعمير *in vitro* تصـل إلى ٨١ يوم على درجة ١٨م وتزيد عن ٣ سنوات على درجة الصفر المئوى .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس كروية الشكل ويبلغ متوسط قطرها ٢٨ نانومتر .

الاعراض : نظراً لأن أصناف القرنفل المختلفة تحتوى على مواد مثبطة لذلك فإنه عند إجراء عمليات العدوى ودراسة مظاهر الاصابة أو أى دراســات

أخرى يكون من المستحسن إستخدام التحضيرات النقية من الفيروس مع إضافة محلول منظم فوسفاتى (pH 7.6) مع استخدام السليت كمادة خادشة .

تختلف الأعراض على الأنواع المختلفة . وفى حالة *Dianthus chinensis* صنف Heddewigii تظهر أعراضاً جهازية بعد حوالى أسبوعين من العدوى، وتتراوح الأعراض من شحوب خفيف إلى تبرقشات عبارة عن مناطق خضراء دقيقة متبادلة مع مناطق صفراء أو شاحبة كما قد يتكون فيكروزس وتحدث تشوهات للأوراق .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس بعض النباتات المختلفة مثل *Atriplex hortensis* , *Gomphrena globosa* , *Tetragonia expansas* , *Nicotiana clevelandii* كما يصيب بعض أنواع الطماطم وبنجر السكر والسبانخ والزربيح *C. amaranticolor* أصابة موضعية ويستخدم العائل الأخير كنباتات دال . كذلك يصيب الفيروس بعض النباتات الأخرى بدون ظهور أعراض .

المقاومة : وجد بعض العلماء أنه يمكن استبعاد الفيروس بمعاملة النباتات المصابة بالحرارة الجافة على درجة ٣٨م لمدة شهرين ، ولكن وجد البعض الآخر من العلماء أن النباتات النامية على درجة ٣٨م لم يستبعد منها الفيروس ولذلك ينصح بالعمل على إنتاج وتوزيع نويات خالية من الفيروس.

وقد أمكن إنتاج نباتات من *D. barbatus* خالية من هذا الفيروس باستخدام مزارع المرستيمات الطرفية .

فيروس التبقع الحلقى فى القرنفل
CARNATION RINGSPOT VIRUS

مقدمة : يتواجد الفيروس فى انجلترا والدانمارك وهولندا والولايات المتحدة الامريكية وكندا .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، ويمكنه أن ينتقل خلال نباتات القرنفل أثناء المعاملات المختلفة . يلاحظ عند إجراء العدوى الميكانيكية بهذا الفيروس أنه سهل الانتقال من وإلى نباتات القرنفل ولكن ليس من نباتات القرنفل إلى بعض النباتات الأخرى القابلة للاصابة مثل الدخان والفاصوليا ، ويرجع ذلك إلى وجود مادة مثبطة في عصارة القرنفل . إذا حدثت إصابة للدخان أو الفاصوليا بهذا الفيروس فإنه يسهل نقله ميكانيكيا إلى القرنفل .

ولا يعرف للفيروس ناقل حشرى ، ولكن نظراً لأنه يشابه فيروس نيكروزس الدخان في بعض الصفات لذلك فمن المحتمل أن يكون لهذا الفيروس ناقل من ناقلات التربة .

خواص الفيروس في العصير: درجة الحرارة المميتة تقع بين ٨٥ - ٩٠°م وتصل درجة التخفيف النهائية إلى ١ : ١٠٠,٠٠٠ وفترة التعمير *in vitro* تبلغ ١٦ يوما على درجة ٢٠م وتصل إلى ثلاثة أشهر على درجة الصفر المئوى .

مورفولوجيا الفيروس : الجزيئات الفيروسية كروية ويبلغ قطرها ٢٩ نانومتر .

الاعراض : عند إصابة نباتات القرنفل *D. earyophyllus* فان النموات الحديثة يظهر عليها تبرقشات مع تكون حلقات متحدة المركز ويقع حلقية وحلقات شاحبه نوعا ، ويزداد تكون الحلقات مع تواجد بعض الخطوط . هناك عرض مميز لا يشاهد في حالة الاصابة بفيروسات القرنفل الأخرى إذ تنحنى الأوراق جانبيا وتلتوى وغالباً ما يتواجد نيكروزس بنى فاتح عند قمة الورقة . تتأثر النباتات المصابة بوجه عام فتصبح متقزمة وتكون الأوراق صغيرة الحجم عن تلك السليمة كما قد يتكون لون أحمر قرمزى عند قواعد الأوراق الأكبر عمراً وهذا قد يمتد في بعض الاحيان إلى ساق النبات المصاب .

المدى العوائلى : عند عدوى ٩٦ نوعا نباتيا تنتمى إلى عائلات مختلفة وجد أن ٦٢ نوعا منها قد أصيبت وأن الاصابة الجهازية حدثت فى ١٦ نوعا فقط . يعطى الفيروس إصابة موضعية على بعض أنواع اللوبيا والزربيح والخيار والخس والدخان والبتونيـــا والسبانخ وغيرهـا . يستخدم نبات *Gomphrena globosa* كنبات مفرق وتظهر عليـه أول الاعراض بعد ٢ — ٤ أيام من العدوى فى صورة بقع موضعية نيكروزية تتحول بسرعة إلى حلقات نيكروزية وبقع حلقية وعادة ما يتبع ذلك إصابة جهازية للنبات .

عديد من النباتات تصاب بهذا الفيروس دون أن تظهر عليها أعراض .

المقاومة : أمكن الحصول على نويات من القرنفل خالية من هذا الفيروس باستخدام مزارع المرسيتمـات الطرفية ، أو باستخدام الحرارة الجافة على درجة ٣٨ م لمدة شهرين .

فيروسات العائلة التوتية

Fam. Moraceae

التــين

Fig (*Ficus carica*)

فيروس موزايك التين

FIG MOSAIC VIRUS

مقدمة : يعتقد أن الفيروس واسع الانتشار .

الانتقال : لاينتقل الفيروس ميكانيكيا ولكنه ينتقل بالتطعيم . لايحمل بالبذور . ينتقل الفيروس بالحلم *Aceria ficus* ويكفى حلم واحد لعدوى بادرات التين . الأطوار اليرقية والبالغة للحلم لها القدرة على نقل الفيروس .

الاعراض : لوحظ نوعين من الأعراض على أوراق التين . فعلى بعض الأوراق تظهر مناطق خضراء مصفره غير منتظمة ذات حواف شاحبة، بينما على البعض الآخر تظهر بقع خضراء باهتة أو أشرطة عادة ما تكون مرتبطة بالعروق الكبيرة فى الورقة (شكل ٣٢) . قد تتشوه الأوراق فى حالات الأصابة الشديدة كما تتبقع الثمار وقد تسقط الأوراق والثمار قبل إكتمال نضجها .

تختلف أصناف التين فى درجة تفاعلها مع المرض ، فبعض الأصناف منيعة والبعض الاخر مقاوم والبعض الثالث شديد القابلية للاصابة .

الفصل السابع

فيروسات العائلة السذبية والعنبية

فيروسات العائلة السذبية

Fam. Rutaceae

الموالح

Citrus spp.

فيروسات قوباء الموالح

CITRUS PSOROSIS VIRUSES

على أساس أعراض تنقط العروق **vein - fleckiug** التي تظهر على الاوراق الحديثة لاشجار الموالح المصابة فإن ٦ أمراض مختلفة أعتبرت أنها تتسبب عن عن فيروسات قريبة . هذه الامراض هي : قوباء A (psorosis A) وقوباء B (psorsois B) والقوباء الصمغي المقعر (concave gum) وقوباء الجيب المسدود (blind pocket) وقوباء الورقة المجعدة (crinkly leaf) وقوباء البرقشة المعدية (infectious variegation) .

وقد أمكن إثبات أن قوباء تحرشف القلف الشديد **severe bark scaling** والذى يسمى بقوباء B ماهو إلى عرض يظهر على البرتقال السكرى بعدعدواه تطعيميا بقطعة من نسيج قلف عليه أعراض قوباء A ولذا لم يذكر قوباء B بعد ذلك على أنه مرض متميز أو مستقل .

وقد أظهرت الدراسات المتقدمة إختلافات كبيرة بين الامراض الخمسة الباقية ، كما وجد أن بعض التقارير السابقة الخاصة بوجود وقاية متبادلة بين

ما يسمى بسلالات القوباء كانت نتيجة لوجود فيروس قوباء A كتلوث فى بعض مصادر الفيروس المستخدمة . وهذا يدل على أن الأمراض الخمسة ليست متقاربة بالدرجة التى كان يظن بها سابقا . وعلى كل حال فنظرا لأن هذه الأمراض تسبب ظهور نفس النوع من الأعراض على الأوراق الحديثة لذا من المستحسن فى الوقت الحاضر إعتبارهم كمجموعة من الأمراض المتقاربة .

يعتبر مرض قوباء الموالح من أكثر الأمراض المنتشرة على الموالح فى مصر وقد قدرت الخسائر الناجمة عنه فى موسم ٥٧ / ١٩٥٨ بحوالى ٢ مليون جنيه . أكثر طرز القوباء إنتشاراً فى مصر هو طراز قوباء A يليه طراز قوباء الصمغى المقعر وقوباء الجيب المسدود .

فيروس قوباء A الموالح

CITRUS PSOROSIS VIRUS A

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ، كما لا يعرف له ناقل حشرى . ينتقل الفيروس بطرق التطعيم المختلفة .

الأعراض : تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة للبرتقال والليمون والجريب فروت فى صورة مناطق صغـــيرة متطاولة بيضاء أو صفراء فى منطقة العروق الثانوية . تختلف نسبة الأوراق المصابة كما قد يظهر بعضها أعراضا واضحـــة بينما الأوراق المجاورة قد تكون حاملة للفيروس بدون ظهور أعراض عليها . قد تندمج النقط الصغيرة لتكون مناطق صفراء واضحة .

وتظهر الأعراض على قلف الشجرة بعد ٦ سنوات فأكثر فى صورة حراشيف على طبقات القلف الخارجية أو تجمعات من بثرات صغيرة يأخذ النسيج الذى تحتها اللون البنى (شكل ٣٣) . بتقدم الاصابة وزيادة التحرشف تتأثر الطبقات

العميقة من القلف بنمو غير منتظم وظهور إفرازات صمغية تسيل منها . كما يلاحظ فى منطقة الخشب ظهور إفرازات صمغية مترسبة فيه وبين طبقاته . وقد تسد الأصماغ الأوعية الخشبية وبالتالى تعوق نقل العصارة فتتدهور الشجرة وتصفر وتسقط أورقها كما تجف فروعها .

فيروس قوباء B :

يختلف أساساً عن الفيروس العادى (psorosis A) فى إعطائه لأعراض على الأوراق البالغة والأفرع الصغيرة والثمار وكذلك فى سرعة تكشف الأعراض التى تظهر على القلف . يظهر المرض بسرعة أكبر عما فى حالة قوباء A وخاصة على إمتداد جانب واحد لجذع الشجرة أو فروعها ما يؤدى إلى ظهور شق طولى مستمر فى القلف (شكل ٣٤) .

تظهر الأعراض على الأوراق فى صورة نقط أو مناطق كبيرة نصف شفافة غالباً ما تأخذ شكل حلقات . قد تتكون بعض البقع من بثرات صغيرة فلينية . كما يظهر على الثمار أحيانا أعراضا فى شكل حلقات سطحية يحدها تجاويف غائرة .

قوباء الجيب المسدود :

يعطى أعراضا على الاوراق الحديثة لا تختلف عن الاعراض التى تحدثها السلالات الاخرى . ويوجد للمرض نوعين : نوع شديد **eruptive type** وآخر هادىء non - eruptive وأكثر أنواع المرض شيوعا هو النوع الهادىء. تظهر الاعراض على القلف فى حالة النوع الهادىء فى صورة إنخفضات على شكل قنوات تمتد لمسافات طويلة على جذوع الاشجار المصابة ، أما فى حالة النوع الشديد من المرض فيحدث تحرشف للقلف يشابه التحرشف الناتج

عن قوباء A . يقل نمو الخشب وتتشبع خلاياه البرانشيمية بمواد شمعية أو صمغية.

القوباء الصمغي المقعر :

يعطى أعراضا على الاوراق الحديثة مشابهة للاعراض التى تعطيها السلالات الاخرى . كما يظهر على قلف الاشجار المصابة تجاويف قد يتشقق قلفها ويسيل منها إفرازات صمغية وتكون الانسجة تحت قلف هذه التجاويف ذات لون بنى .

قوباء الورقة المجعدة :

وجد أساسا على أشجار الليمون. لايعطى أعراضا واضحة على قلف وخشب الاشجار المصابة . يسبب المرض بالاضافة إلى الاعراض التى تظهر على الأوراق الحديثة تجعدا للأوراق البالغة ، وتكون الثمار عادة خشنة مشوهة لظهور إنتفاخات عليها .

قوباء البرقشة المعدية :

تصيب الليمون الأضاليا والليمون الهندى والنارنج ولاتسبب أعراضا على القلف ولكنها تسبب تبرقش غير منتظم للأوراق .

المقاومة : ١ — اختيار أشجار سليمة والتأكد من خلوها من المرض (تعرف بعملية تسجيل أمهات الموالح السليمة) لتكون أمهات تؤخذ منها عيون للتطعيم.

٢ — العناية بالعمليات الزراعية التى تعمل على تحسين نمو الاشجار واطالة العمر التجارى لها مثل الرى والصرف والتسميد وخلافه .

٣ — إزالة الأجزاء المصابة من القلف ثم طلاء مكان الكشط بمادة مطهرة مثل القطران أو أكسيد الزنك أو برمجنات البوتاسيوم أو بمادة DN 75 (Dinitro - ortho - cychlohexyl phenol) ويفيد ذلك فى حالة إذا ما كان المرض فى مراحله الاولى أما إذا كان المرض فى مرحلة متقدمة فإن هذا النوع من من العلاج قد لايفيد . كذلك يجب تقليم الافرع المصابة .

٤ — ينصح بتقليع الاشجار المصابة بشدة وحرقها مع تطهير مكانها بالجير .

فيروس التدهور السريع فى الموالح

CITRUS TRISTEZA VIRUS

المرادفات : Quick decline; Chronic decline; Bud-union decline; West African lime disease; Grape fruit stem-pitting disease.

مقدمة : لوحظ المرض أولا فى الأرجنتين عام ١٩٣٠ وفى البرازيل عام ١٩٣٧ ويوجد فى أروجواى والهند وفلسطين المحتلة وبعض الدول الأفريقية . وقد سجل وجود المرض فى مصر عام ١٩٥٧ على أشجار ليمون حلو وناريخ مستوردة. يعتبر المرض من أخطر الأمراض الفيروسية التى تصيب الموالح وخاصـــة تلك المطعمة على أصل نارنج وغيره من الأصول القابلة للاصابة .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا ولا توجد أدلة على انتقاله بالبذور . الناقل الحشرى هو المن ، وتعتبر حشرة *Toxoptera citricidus* هى أكثر أنواع المن كفاءة فى النقل . ويعتقد أن الفيروس من النوع العابر .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس خيطية وتبلغ فى الطول ٢٠٠٠ نانومتر وفى العرض ١١ نانومتر .

الأعراض : تظهر أول أعراض المرض على أشجار البرتقال الكبيرة فى صورة توقف للنمو وتغير فى لون الأوراق . وقد تظهر الأعراض على أحد الفروع فقط ولكن غالبا ما تظهر على جزء كبير من الشجرة . تصبح الأوراق الكبيرة باهتة أو برونزية اللون أولا ثم تأخذ أخيراً ظلالا مختلفة من اللون الأصفر كما تصفر عروق الاوراق . تبدأ الاوراق الكبيرة الموجودة عند قواعد الاغصان فى السقوط ويستمر سقوط الاوراق بمعدل سريع متجها إلى أعـــلى حتى تصبح

أغلب الاغصان عارية تماما وقد يحدث أن تسقط الانفصال تاركة أعناق الاوراق لفترة من الوقت متصلة بالغصن . تبدأ الشجرة فى إخراج نموات خضرية ضعيفة من البراعم الابطية وتنتج هــذه النموات أوراقا صغيرة ذات لون شاحب وأحيانا تكون ذات عروق صفراء . تبدأ الاغصان الكبيرة للشجرة فى الموت إبتداءاً من قمها .

تميل الاشجار المصابة إلى الازهار بغزارة فى المراحل المبكرة من إصابتها وقد يكون ذلك فى غير الموعد الطبيعى للازهار. يعقد كثيرا من الازهار وتحمل الشجرة عددا كبيرا من الثمار التى يتم تلونها قبل إكتمال نضجها .

ينشأ التدهور نتيجة لأن خلايا اللحاء تحت منطقة التطعيم تموت تدريجيا وبذلك لا تنتقل المواد الغذائية من الاوراق إلى المجموع الجذرى فيختفى النشا منه ويؤدى هذا بالتالى إلى الموت التدريجى للجذور وتحللها حتى تعجز الشجرة بدرجة كبيرة عن امتصاص الماء والعناصر الغذائية الضرورية .

ويظهر على أشجار الليمون المصابة بفيروس التدهور السريع أعراض تبرقش وشفافية لعروق الورقة ، هذا ويلاحظ عند نزع القلف من جــذع الشجرة المصابة وفروعها وجود عديد من النقر الصغيرة فى الخشب كما يظهر على الناحية الداخلية للقلف بروزات تواجه النقر الموجودة فى الخشب .

المدى العوائلى : لا تظهر أعراض المرض إلا على بعض الاشجار المطعمة على أصول حساسة وأهمها البرتقال المطعم على نارنج ، كما لم تلاحظ الاعراض عنــد إجراء التطعيم العكسى أى نارنج مطعم على برتقال ، وعلى هــذا فإن توافيق الاصل والطعم لها علاقة وثيقة بتكاثر الفيروس وزيادة نشاطه حتى يؤثر على أنسجة النبات وخاصة اللحاء مسببا الاعراض العامة للمرض .

وقـــد وجد أن البرتقال والجريب فروت واليوسفى والليمون المطعمة على قارنج وكذلك البرتقال المطعم على جريب فروت كلها حساسة للمرض .

ويعتبر الليمون المكسيكى من أفضل نباتات الاختبار لهـــذا الفيروس، فإذا أعطت شتلات الليمون المكسيكى بعد تطعيمها بطعم مأخوذ من الشجرة المراد اختبارها نموات جديدة ذات أوراق عليهـا شفافية عروق وتبرقش فـإن ذلك يدل على وجود المرض، كما يظهر أيضاً نقر على الخشب يقابلها بروزات عـــلى الناحية الداخلية للقلف .

هذا وقد عزلت سلالة ضعيفة من فيروس التدهور السريع تعطى على الموالح أعراض تقزم واصفرار وأحيانا ما تكون أعراضها مشابهة لتلك الناتجة عن نقص الزنك .

المقاومة :

١ — الاهتمام بتطبيق قوانين الحجر الزراعى .

٢ — تطعيم البرتقال واليوسفى على أصول غير قابلة للاصابة بالفيروس مثل اليوسفى كليوباترا والليمون الخرفش والبرتقال الثلاثى الأوراق والبرتقال البلدى واليوسفى البلدى وغيرها .

فيروس زيلو بوروزيس الموالح

CITRUS XYLOPOROSIS VIRUS

المرادفات : Citrus little-leaf disease; Citrus cachexia disease

مقدمه : يوجد المرض فى فلسطين المحتلة والبرازيل والولايات المتحدة ويحتمل وجوده فى مصر .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ولا توجد معلومات عن الوسائل الطبيعية لانتشاره . الوسيلة الوحيدة لانتقال الفيروس هي التطعيم وتظهر الأعراض بعد حوالى ٣ سنوات من التطعيم .

الاعراض : تظهر أولى أعراض المرض على أشجار البرتقـــال الشموتى Shamouti الصغيرة المطعمه على أصل الليمون الحلو فى صورة تقزم للاشجار وصغر حجم الأوراق واصفرارها . تزهر الأشجار المصابة وتثمر مبكراً كما تسقط بعض أوراقها . وبتقدم الاصابة تنمو الافرع نمواً أفقيا ثم تجف، وأخيرا يتعفن جذع الشجرة وجذورها . تعطى الأشجار المصابة ثمارا مستديرة ذات قشرة سميكة .

عند فحص أصل الليمون الحلو تحت منطقة التطعيم وإزالة القلف يلاحظ وجود بروزات يقابلها نقرات فى الخشب . ويظهر فى خشب جذوع وأفرع أشجار الشاموتى المصابة إنخفاضات طويلة متموجة سطحية أو عميقة ضيقة أو واسعة .

تتحلل خلايا كامبيوم وخشب ولحاء أصل الليمون الحلو المصاب وتمتلىء الخلايا المتحللة بالصموغ . إصابة خلايا اللحاء يعمل على منع إنتقـــال المواد الكربوايدراتية من الأوراق إلى الأجزاء السفلية من الشجرة ونتيجة لذلك تتجمع تلك المواد فى الأجزاء العلوية من الشجرة .

المدى العوائلى : يؤثر المرض تأثيرا كبيرا على أشجار البرتقال الشاموتى المطعم على أصل ليمون حلو ، كما وجد أن بعض الأصناف الأخرى المطعمة على الليمون الحلو تتدهور أيضا نتيجة للاصابة ومنها بعض أصناف الجريب فروت واليوسفى والبرتقال .

المقاومة : استخدام أصول مقاومة للمرض وقد وجد أن أصل برتقال فالينشيا ، والنارنج خاصة الموجود فى العراق أكثر مقاومة من الأصول الأخرى.

بعض فيروسات الموالح الأخرى

فيروس تشقق قلف أشجار الموالح	Citrus excortis virus
فيروس البرقشة المعدية فى الموالح	Citrus infectious variegation virus
فيروس تجعد أوراق الموالح	Citrus leaf curl virus
فيروس التبقع الحلقى فى الموالح	Citrus ringspot virus
فيروس تقزم الموالح	Citrus (satsuma) dwarf virus
فيروس إصفرار بادرات الموالح	Citrus seedling yellows virus
فيروس نموات العروق الزائدة فى الموالح	Ciitrus vein enation virus
فيروس إصفرار العروق فى الموالح	Citrus yellow vein virus

فيروسات العائلة العنبية
Fam. Vitaceae

العنب
Grapevine (*Vitis vinifera*)

فيروس الورقة المروحية فى العنب
GRAPEVINE FANLEAF VIRUS

المرادفات : Grapevine band and ring mosaic ; Grapevine distorting mosaic virus ; Grapevine infectious degeneration virus;Grapevine mosaic virus ; Grapevine roncet virus ; Grapevine fasciation virus.

مقدمة : ينتشر المرض فى أمريكا والإتحاد السوفيتى وأوربا الغربية وعديد من دول العالم . المرض من أهم الأمراض الفيروسية التى تصيب العنب ويسبب خسائر جسيمة للمحصول أو يحدث تدهور للنبات المصاب، قد يؤدى إلى موته أو عدم إقتصادية الانتاج .

لم يكتشف إلى الآن هذا المرض فى مصر ، وقد يكون ذلك راجعاً إلى حد ما إلى وجود حجر زراعى على استيراد عقل عنب من الخارج وبالتالى فإنه يعتمد على الأصناف الموجودة من زمن بعيد ، كذلك إلى عدم التطعيم على الأصول الأمريكية التى قد تكون مصدراً للعدوى .

ونظراً لعدم وجود الدراسات الكافية فإن احتمال وجود هذا المرض فى مصر قائم حيث أن بعض الأصناف الموجودة حاليا والتى تنتشر زراعتها مستوردة أصلا من الخارج .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة إلى بعض النباتات الحولية مع إستخدام بعض الاحتياطات الخاصة إذ تصحن الأوراق الحديثة فى محلول منظم فوسفاتى (PH ٨) أو محلول نيكوتين (PH ٩ر٥) مع إضـــافة السليت إلى العصارة وإجراء العدوى تحت ظروف حرارة منخفضة .

وجد الفيروس فى حبوب لقاح ثلاث أصناف من العنب وكذلك فى حبوب لقاح وبذور وبادرات بعض النباتات العشبية التى اختيرت ، وقد سجل انتقـال الفيروس عن طريق بذور نباتات الزربيح *C. amaranticolor*

ينتقل الفيروس عن طريق التربة وذلك بواسطة النيماتودا *Xiphinema index* و *X. italica* ، ويمكن للنيماتودا أن تنقل الفيروس خلال فترة قصيرة إذ يمكنها أن تحمل المرض بعد فترة تغذية حوالى ١٥ دقيقة كما يمكنها أن تنقله إلى النباتات السليمة بعد التغذية عليها لنفس المدة .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع بين ٦٠-٦٢°م وتصل درجة التخفيف النهائية إلى ١ - ٥٠٠٠ : ١ - ٠٠٠ر١٠ أما التعمـــير *in vitro* فيبلغ ١٤ - ٢١ يوم .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس كروية ويبلغ متوسط قطرها ٣٠ نانومتر .

الاعراض : الأوراق المتكونة على النباتات المصابة تكون عادة صغيرة الحجم إلى حد ما عن أوراق النباتات السليمة ، وقد يظهر عليها شفافية العروق وموزايك خفيف فى أوائل الربيع ولكن هذه الأعراض تختفى صيفاً . تأخـذ الأوراق المصابة شكلا غير طبيعيا ، ويكون تسنين حواف النصل تسنيناً عميقاً بدلا من التفصيص العادى وتكون قمة النصل أكثر طولا ومدببة عن قمة الأوراق السليمة.

تتضح الأعراض المميزة للشكل المعروف بالورقة المروحية على بعـــ ض نباتات الاختبار بدرجة أكبر من ظهورها فى الحقل فتكون الأوراق صغـيرة والتسنين عميق والزاوية بين العروق الجانبية والعرق الوسطى تكون حادة ، وخاصة عند منطقة خروج العروق الرئيسية عند قاعدة الورقة ، وبالتالى تظهر الورقة بشكل المروحه اليدوية النصف مقفولة (شكل ٣٥) .

النموات الحديثة على نباتات العنب المصابة تكون متقزمة ، وسلاميـــات الأفرع قصيرة وتأخذ فى ترتيبها شكلا غير عاديا إذ تأخذ شـكل الزجزاج (zigzag fashion) وتظهر الأفرع الجديدة بشكل غير طبيعى وأحيانا تظهر ظاهرة العقد المزدوجة أو العقد الثلاثية ذات البرعمين أو ذات الثـلاثة براعـم (شكل ٣٦) . فى بعض الاصناف المصابة لوحظ تنقر القلف والخشب .

يقل عقد الثمار فى النباتات المصابة ، ويأخذ العقد شكلا يتميز بحبات كبيرة منتشرة بين حبات صغيرة ويتأثر محصول النباتات بدرجة كبيرة .

المدى العوائلى : هناك العديد من النباتات الحولية القابلة للاصابة بهذا الفيروس مثل بعض أصناف الدخان والفاصوليا والخيار وغيرها .

تستخدم بعض النباتات الحولية كعوائل مشخصة لهذا الفيروس فتظهر بقع شاحبة على الأوراق المعداه لنبات *Gomphrena globosa* ويتبع ذلك إصفرار يصيب النبات جهازيا وتشوه الأوراق ، أما عند عدوى نبات ***C.amarnticolor*** فإنه تظهر بقع شاحبة وأخرى ميتة على الأوراق المعداه وتظهر أعراض الاصابة الجهازية على النبات فتظهر شفافية العروق وتشوه الأوراق وقة المجموع الخضرى

المقاومة : يجب العمل على إنتاج واستخدام نوبات خالية من الفيروس

وقد إقترح Bovey عام ١٩٦٥ أن إختيار نويات خالية من الاصابة الفيروسية يمكن أن يتم عن طريق :

١ ــ الملاحظات .
٢ ــ عمل إختبارات عن طريق البرعمة أو التطعيم على نبات دال ملائم .
٣ ــ عمل إختبارات بواسطة العدوى الميكانيكية للنباتات العشبية .
٤ ــ إستخدام الطرق السيرولوجية فى الكشف عن الاصابة .

معاملة عقل نبات *Vitis rupestris* بالحرارة على درجة ٣٥° م لمدة ٥٦ يوم منعت ظهور الأعراض بنسبة ٧٠ — ٩٣٪ من العقل ، أما إطالة مدة المعاملة إلى ٨٤ يوما فإنها أعطت شفاءا كاملا .

يجب عدم الزراعة فى أرض ملوثه بالنيماتودا ، فإذا كانت الأرض مصابة فلا يزرع بها عنب قبل مضى مدة كافية تزرع خلالها التربة بمحاصيل حقلية ملائمة ، كما يجب العمل على مقاومة النيماتودا .

فيرس التفاف الاوراق فى العنب
GRAPEVINE LEAF - ROLL VIRUS

مقدمة : ينتشر المرض فى زراعات العنب فى المناطق المختلفة من العالم .

الانتقال : ينتقل الفيروس بالتطعيم ، كما أن استخدام عقل من نباتات مصابة يعمل على انتقال وانتشار الفيروس . إلى الآن لايعرف ناقل لهذا الفيروس وقد وجد أن حشرات البق الدقيق تنقله فى بعض الأحيان .

الاعراض : تظهر الأعراض بوضوح على أصناف العنب التابعة لـ *Vitis vinifera* وخاصة المطعومة على أصول مقاومة للفلوكسيرا *Phylloxera* أما الأصناف المطعومة على أصول من الأصناف العادية للعنب أو الأصناف

المنزرعة مباشرة بدون تطعيم فإن الأعراض تكون متخفية بدرجات كبيرة أو قليلة ، ويمكن معرفة إصابة هذه النباتات بتطعيمها على نباتات الاختبار .

تظهر الأعراض فى المناطق ذات الجو الحار الجاف وغالبـــا ما تظهر فى شكل التفاف الأوراق السفلى إلى الداخل حول العرق الوسطى، وتكون الأوراق سميكة وجلدية الملمس متكرمشة وسهلة الكسر ، كما أنها تأخذ لونا مخالفا للونها الطبيعى ،وتحتوى على كمية من الكربوهيدرات أكبر مما تحتويه الأوراق السليمة.

تحتوى ثمار النباتات المصابة على كمية سكر أقل من السليمة كما أن ثمار الأصناف الملونة لا تأخذ لونها الطبيعى .

بعض فيروسات العنب الأخرى

فيروس القلف الفلينى فى العنب Grapevine corky bark virus

فيروس مرض النموات الزائدة فى العنب Grapevine enation disease virus

فيروس الموزايك الأصفر فى العنب Grapevine yellow mosaic virus

وهو أحد سلالات فيروس الورقة المروحية

فيروس شفافية عروق العنب Grapevine vein-clearing virus

فيروس مرض برسيس العنب Grapevine Peirces disease virus

ويسببه فيروس تقزم البرسيم الحجازى

الفصل الثامن

فيروسات العائلة النجيلية

Fam. Gramineae

أولا : الذرة

Maize (*Zea mays*)

فيروس موزايك الذرة

MAIZE MOSAIC VIRUS

المرادفات : Corn leaf stripe virus ; Corn stripe virus ; Maize stripe virus ; Corn mosaic virus .

مقدمة : يوجد هذا الفيروس فى كوبا وهاواى وبورتوريكو وترينيداد وتنزانيا .

الإنتقال : يبدو أن الفيروس لاينتقل ميكانيكيا ولكنه ينتقل بواسطة نطاط الأوراق *Peregrinus maidis* . تكتسب الحشرة الفيروس من نباتات الذرة المصابة خلال فترة تغذية مدتها ٤ ساعات . للفيروس فترة حضانة داخل الحشرة تتراوح ما بين ١٤ إلى ٣١ يوم . عند فحص قطاعات رقيقة من الحشرة باستخدام الميكروسكوب الالكترونى أمكن رؤية جزيئات الفيروس فى الغدد اللعابية والخلايا الطلائية لجدار معدة حشرات *P. maidis* الحاملة للفيروس .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس عصوية ذات نهايات نصف

دائرية وتبلغ فى الطول ٢٤٠ نانومتر وفى العرض ٤٨ نانومتر إلا أن بعض العلماء قد ذكر أن عرض الجزيئات الفيروسية قد يكون أكبر من ذلك وهذا يرجع إلى اختلاف الطرق المستخدمة فى تجهيز التحضير .

الأعراض : يعرف المرض المتسبب عن هذا الفيروس على نباتات الذرة بمرض تخطيط الذرة corn stripe أو مرض موزايك الذرة corn mosaic ، وتختلف أعراضه باختلاف أصناف الذرة المصابة . تشاهد الأعراض فى البداية على الأوراق الصغيرة كمناطق صغيرة بيضاء متطاولة تظهر عادة على جانب واحد فقط من العرق الوسطى بالقرب من قاعدة الورقة . تستطيل البقع وتنتشر بموازاة العرق الوسطى مكونة خطوطا متقطعة وبتقدم المرض قد تلتحم هذه البقع وتكون بذلك خطوطا متصلة تنتشر على سطح الورقة . قد تصبح هذه الخطوط خشنة واضحة ، كما قد تندمج تلك الخطوط الدقيقة المتقطعة ويختفى الكلوروفيل ويتكون بذلك أشرطة صفراء على الأوراق . هذا وتقسم أعراض المرض إلى ثلاثة أنواع هى :

النوع الأول : ينتج التخطيط من ابيضاض العروق الكبيرة والصغيرة للاوراق وتتصل الخطوط الدقيقة معا وتمتد لتغطى الورقة كلها ، ولكن فى بعض الحالات تضمحل الأعراض وتصبح فى صورة خطوط قصيرة أو بقع مختلفة فى الطول . فى حالات الأصابة الشديدة يظهر نيكروزس بالأنسجة المصابة. هذا وقد تظهر أعراض التخطيط على السيقان وأغمدة الأوراق وأغلفة الكيزان.

النوع الثانى : أعراض هذا النوع تظهر كخطوط واضحة خشنة متوازية ناتجة عن ابيضاض العروق الكبيرة فى الورقة ، أما العروق الصغيرة والأنسجة ما بين العروق فعادة ما تظل خضراء . تمتد هذه الخطوط لتعم الورقة ، كما قد تتواجد أيضا على أغمدة الأوراق وأغلفة الكيزان والسيقان .

النوع الثالث : تظهر الأعراض فى صورة أشرطة شاحبة وتتأثر العروق والأنسجة مابين العروق وقد تمتد هذه الأشرطة بطول الورقة ولكنها عادة ما تأخذ شكل مجموعات من النقط أو التخطيط المنقط تختلف فى الطول .

هذا وقد ذكر فى ترينيداد Trinidad أعراضا للمرض على بعض أصناف الذرة تختلف عن الأعراض السابق وصفها . فعلى بعض الأصناف تذبل الأوراق المصابة من أطرافها إلى أسفل ومن حوافها إلى الداخل ثم يتحول نسيج الورقة إلى اللون البنى، وفى بعض الأحيان يأخذ نسيج الورقة أولا اللون الأحمر القاتم ثم يتحول إلى اللون البنى .

المدى العوائلى : يبدو أن هذا الفيروس لاينتقل إلى قصب السكر ولكن فى ترينيداد يوجد المرض طبيعيا على نباتات الذره الرفيعة sorghum .

فيروس موزايك الذرة السكرية

SWEET CORN (MAIZE) MOSAIC VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصير وكذلك بالحقن فى ساق النبات. لا ينتقل الفيروس بالحبوب ولا يعرف له بعد ناقل من أى نوع .

خواص الفيروس : درجة الحرارة المميتة ٤٥ – ٥٠°م . ودرجة التخفيف النهائية ١ : ١١٠٠٠٠ .

الأعراض : تظهر أولى أعراض المرض على الأوراق الطرفية لنباتات الذرة والذرة السكرية فى صورة خطوط صغيرة متقطعة شاحبة، وبانتشار المرض جهازيا يظهر على كل أنصال الأوراق بين العروق خطوط شاحبة متقطعة أو مستمرة تمتد لتعم أغمدة الأوراق . لاتظهر هذه الأعراض على السيقان . هذا وتتقزم النباتات المصابة ويقل إنتاجها .

المدى العوائلى : الذرة والذرة السكرية والقمح والشعير وحشيشة الذنيبة .

فيروس مرض تخطيط الذرة
MAIZE STREAK DISEASE VIRUS

الانتقال : لاينتقل الفيروس ميكانيكيا ولايحمل بالحبوب ولكنه ينتقـــل بحشرة نطاط الأوراق ، وهناك ثلاثة أنواع من هذه الحشرة لها القدرة على نقل الفيروس وهى *Cicadulina mbila* و *C. zeae* و *C. necholsi* . هذا وتعتبر *C. mbila* أكثر هذه الحشرات أهمية فى نقل الفيروس .

عند دراسة العلاقة بين الفيروس والحشرة الناقلة وجد أن بعض سلالات *C. mbila* لها القدرة على نقل الفيروس ، وأطلق عليها تبعا لذلك بالسلالات النشطة ، والبعض الآخر من السلالات غير قادر على نقله وأطلق عليها بالسلالات غير النشطة . وقد أثبتت الدراسات أن القدرة على نقل الفيروس تورث كعامل سائد بسيط مرتبط بالجنس، كما وجد أن وخز جدار المعدة بإبرة معقمة بعد أو قبل تغذية الحشرة على النباتات المصابة أدى أحيانا إلى تحويل سلالات الحشرة الغير قادرة على النقل إلى سلالات قادرة على النقل .

الأعراض : تظهر الأعراض على نبات الذرة على هيئة شحوب واضح على الأوراق ويرتبط هذا الشحوب بالخطوط الضيقة المتقطعة التى تظهر بطول العروق والتى تختلف فى الطول من بضع ملليمترات إلى بضع سنتيمترات وفى العرض من ½ إلى واحد ميللمتر . كثيراً ما تلتحم الخطوط المتجاورة لتكون أشرطة مركبة أكثر إتساعا .

هذا وقد عزلت سلالة لهذا الفيروس من قصب السكر ، تعطى على أوراق قصب السكر المصاب خطوط شاحبة متقطعة ضيقة تمتد فى اتجاه عروق الورقة

ذات عرض من ¼ - ½ ميللمتر وتختلف في الطول من ½ إلى ١ سم . وعامة فإن أعراض هذه السلالة على قصب السكر تماثل أعراض مرض التخطيط على الذرة ماعدا أن المناطق الشاحبة تكون أضيق وأكثر تفرقا على سطح الورقة . تنتقل هذه السلالة بسهولة من قصب السكر صنف Uba إلى نفس الصنف من القصب وعندما ينقل إلى الذرة فإنه يعطى أعراض تخطيط ضعيفة يمكن تمييزها بسهولة عن تخطيط الذرة العادى. ويظهر أن فيروس تخطيط الذرة غير قادر على إعطاء عدوى دائمة لقصب السكر ، كما يبدو أن لكل عائل أو مجموعة من العوائل سلالة من الفيروس متخصصة له، فسلالة الفيروس التى تعطى أعراضاً شديدة على الذرة ليس لها القدرة على مهاجمة قصب السكر ، وبينما كما ذكر سابقاً سلالة الفيروس المعزولة من قصب السكر تعطى فقط أعراضاً ضعيفة على الذرة .

المدى العوائلى : القمح والشعير والشوفان والراى وبعض الحشائش مثل *Digitaria horizontalis* و *Eleusine indica* .

المقاومة : ١ - التخلص من الحشائش القابلة للاصابة .

٢ - مقاومة الحشرة الناقلة .

٣ - التربية للحصول على أصناف ذرة مقاومة للمرض .

بعض فيروسات الذرة الأخرى

فيروس الورقة المنقطة فى الذرة	Maize leaf fleck virus
فيروس تقزم وخشونة الذرة	Maize rough dwarf virus
فيروس البقع الحلقية الشفافة فى الذرة	Maize pellucid ringspot virus

ثانيا : القمح

Wheat (*Triticum* spp.)

فيروس موازيك القمح

WHEAT (SOIL - BORNE) MOSAIC VIRUS

المرادفات : Wheat green mosaic virus; Wheat mosaic rosette virus; Wheat rosette virus.

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، كما ينتقل بفطر *Polymyxa graminis* وقد وجد أن الجراثيم الهدبية للفطر المأخوذة من النباتات المصابة بكلا من الفيروس والفطر ظلت محتفظة بقدرتها على نقل الفيروس بعد معاملتها بالمصل المضاد للفيروس أو بعد غسلها بماء مقطر بطريقة خاصة ، كما أن الجراثيم الساكنة للفطر المعاملة بمحلول مخفف من ايدروكسيد الصوديوم أو حامض الايدروكلوريك ، اللذين يثبطان الفيروس الحر ، كان لها القدرة على إصابة بادرات القمح بكل من الفيروس والفطر . كل هذا يوحى بأن جراثيم الفطر هى ناقلات حقيقية للفيروس ، وأن الفيروس لايدمص على السطح الخارجى للجراثيم الهدبية وإنما يحمل داخلها .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس عصوى الشكل جزيئاته ذات عرض ٢٠ نانومتر ويوجد نوعين من الجزيئات تختلف فى أطوالها ، فيبلغ النوع الأول فى الطول ١٥٠ نانومتر أما النوع الثانى فيصل إلى ٢٩٥ نانومتر .

الاعراض: يظهر التبرقش بوضوح على الأوراق الصغيرة ويأخذ شكل خطوط غير منتظمة تختلف فى الطول والعرض ذات لون أخضر فاتح أو أصفر باهت وغالباً ما تكون موازية للمحور الطولى للورقة ، وفى عديد من الأصناف يبدو

لون الورقة مصفراً . يظهر التبرقش أيضاً على أغماد الأوراق وقنابع الأزهار.

تتقزم النباتات المصابة وتنتج نموات خضرية بكثرة (خلفات) فتأخذ بذلك النباتات شكلا متوردا، وتظهر حالة التورد بشـــدة على بعض أصناف القمح الأمريكية . تصبح أوراق النباتات المتوردة خضراء داكنة وهذا يخفى من عليها أعراض التبرقش الموزايكى ، أما أوراق الخلفـــات الجديدة فيظهر عليها أولا أعراض الموزايك الذى يخفيه أيضا ظهور اللون الأخضر الداكن على الأوراق فيما بعد .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس بعض نباتات العائلة النجيلية .

المقاومة : يعطى التعقيم الجزئى للتربة ببعض المركبات نتائج إيجابية فى مقاومة المرض لمدة موسم واحد على الأقل إلا أن هذه الطريقة لا يمكن إستخدامها إلا حينما يزرع القمح فى مساحات محدودة . وعامة ينصح باستخدام الأصناف المقاومة فى الزراعة .

فيروس الموزايك المخطط فى القمح

WHEAT STREAK MOSAIC VIRUS

المرادفات : yellow streak mosaic virus; Green streak mosaic virus;

مقدمة : يوجد المرض فى الولايات المتحدة وكندا والاتحاد السوفيتى، هذا وقد انتشر المرض بحالة وبائية فى بعض السنين فى كندا والاتحاد السوفيتى مما أدى إلى حدوث خسائر فادحة فى محصول القمح .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة ويساعد على ذلك إستخدام مادة خادشة مثل الكاربوراندم ، كما ينتقل بالحلم *Aceria tulipae* . لأطوار

الحلم المختلفة القدرة على نقل الفيروس وقد وجد أن الحلم لا يفقد الفيروس عند إنسلاخه ويمكنه بالتالى أن يصيب بادرات القمح . ولا يحمل الفيروس فى بيض الحلم . تكتسب الحوريات الفيروس خلال فترة تغذية تبلغ ٣٠ دقيقة أو أكثر، ولكن الحشرات البالغة الكبيرة العمر ليس لها القدرة على اكتساب الفيروس. ويظل الحلم الحامل للفيروس محتفظا بقدرته على العدوى لمدة ٩ أيام .

وقد تحدث نسبة بسيطة من النقل وذلك عند تلامس واحتكاك أوراق النبات المصاب والسليم خاصة عند هبوب رياح قوية .

خواص الفيروس فى العصير . درجة الحراة المميتة ٥٥ – ٥٦°م ودرجة التخفيف النهائية ١ : ١٠٠٠ . مدة التعمير على درجة حرارة الغرفة تبلغ ٤٨ ساعة وعلى + ٤°م تبلغ ٧ أيام .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس عصوى مرن يبلغ فى الطول ٧٠٠ نانومتر وفى العرض ١٥ نانومتر .

الأعراض : تظهر فى صورة شرط شاحبة أوخطوط تمتد بموازاة عروق الورقة لاتلبث أن تصفر وتجف معطية بذلك للورقة مظهراً متبرقشاً واضحا (شكل ٣٧) . تتقزم النباتات المصابة وقد يسبب المرض خفضاً شديداً فى المحصول وفى درجة جودة الحبوب ويرجع ذلك إلى حدوث عقم كامل أو جزئى السنابل مع رداءة تكوين الحبوب ، كما أنه كثيرا ما يسبب هذا المرض موت النباتات غير الناضجة تحت ظروف الحقل .

المدى العوائلي : يصيب الفيروس نباتات العائلة النجيلية فقط ، فهو يصيب القمح والشعير والذرة والشوفان وبعض حشائش العائلة النجيلية .

بعض فيروسات القمح الأخرى

فيروس الموزايك المخطط المغزلي في القمح Wheat spindle streak mosaic virus

فيروس الموزايك المبقع في القمح Wheat spot mosaic virus

فيروس الموزايك المخطط في القمح Wheat striate mosaic virus

ثالثاً : الشعير

Barley (*Hordeum vulgare*)

فيروس الموزايك المخطط في الشعير

BARLEY STRIPE MOSAIC VIRUS

المرادفات : **Barley false stripe virus ; Barley mosaic virus ; Oat stripe mosaic virus .**

مقدمة : يوجـــد الفيروس في استراليـا وأوروبا واليابان ونيوزيلندا والولايات المتحدة .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكياً بالعصارة كما ينتقل عن طريق حبوب الشعير ، لا يعرف للفيروس ناقل من أي نوع .

خواص الفيروس : درجة الحرارة المميته ٦٣°م . درجـــة التخفيف النهائية ١٠-٤ . مدة التعمير تبلغ ١٨ يوم في العصارة المستخلصة من النبات المصاب ، و٩٥ - ٩٨ يوم في الأوراق الجافة بينما في الأوراق المجمدة على - ١٠°م فهي حوالي ٩٥ يوم .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس عصوى يبلغ فى الطول ١٢٨ نانومتر وفى العرض ٢٠ نانومتر .

الأعراض : تعرف الأعراض التى يعطيها الفيروس على أصناف الشعير المختلفة باسم التخطيط الكاذب false stripe أو الموزايك المخطط stripe mosaic. يظهر على نباتات الشعير المصابة طبيعياً تخطيط نيكروزى غير منتظم ذو لون بنى غامق أحيانا ما يأخذ شكل ٧ أو مقلوبها . هذا وتظل مناطق الورقة البعيدة عن التخطيط سليمة وتحتفظ بلونها الأخضر العادى بينما الأجزاء القريبة تكون مصفرة .

يعطى الفيروس على نباتات القمح والذرة السكرية تخطيط أصفر باهت متقطع أو مستمر . بتقدم نباتات القمح فى العمر تقل حدة أعراض المرض على الأوراق الجديدة الناتجة ، بينما فى الذرة السكرية فان بعض النباتات المصابة تكون متقزمة والبعض الآخر قد يعطى نموا جديدا خالياً من الأعراض .

المدى العوائلى : أغلب نباتات العائلة النجيلية حساسه لهذا الفيروس فيصاب به الشعير والقمح والذرة الرفيعة والذرة وبعض الحشائش النجيلية. يظهر على نباتات الأرز والشوفان عند إصابتها بالفيروس أعراض بقع موضعية ولو أن بعض سلالات الفيروس تعطى أعراضاً جهازية على الشوفان وهناك ٣ أنواع من النباتات خارج العائلة النجيلية تعطى بقعاً موضعية عند عدواها بالفيروس وهى Nicotiana tabacum var. Samsun و *Chenopodium album* و *C. amaranticolor*

المقاومة : رش النباتات باللبن الفرز skim milk وشرش اللبن whey يؤدى إلى قلة إنتشار الفيروس فى الحقل .

فيروس إصفرار وتقزم الشعير

BARLEY YELLOW - DWARF VIRUS

المرادفات : (ereal yellow - dwarf virus ;Oat yellow leaf virus)

مقدمة : يوجد الفيروس فى أستراليا وكندا والدنمارك وانجلترا وهولندا والولايات المتحدة .

الانتقـال : لاينتقل الفـيروس ميكانيكياً ولكنه ينتقل بالعديد من أنواع المن التى تختلف فى قدرتها على النقل تبعاً لاختـلاف سلالة الفيروس . أهم أنواع المن الناقـل فى الايات المتحدة هــو *Macrosiphum granarium* و *M. miscanthi* و *Rhopa osiphum padi* و *R. maidis* والفيروس من النوع العابر .

خواص الفيروس فى العصير : حيث أن الفيروس لاينتقل ميكانيكياً بالعصارة لذا لاتوجد معلومات عن خواصه فى العصير ، إلا أن بعض البحاث عام ١٩٦٥ أبتكر طريقة لتغذية المن على عصارة النبات المصاب باستخدام أغشية بارفيلبه parafilm membanes وباستخدام هـذه الطريقة لدراسـة بعض خواص الفيروس وجد أن درجة الحرارة المميته لسلالتين من الفيروس تقع مابين ٦٥ و ٧٠°م .

مورفولوجيا الفيروس : باستخدام الميكروسكوب الالكترونى أمكن رؤية عدد كبيرمن الجزيئات الفيروسيه الكرويه التى تبلغ فى القطر ٢٧ نانومتر فى خلايا لحاء أوراق وجذور نباتات الشعير المصابة بالفيروس .

الأعراض : تختلف الأعراض على الشعير باختـــلاف الصنف المصاب .

وعامة فى جميع الحالات فإن اصفرار الاوراق هو أول عرض واضح يؤكد إصابة النبات . ظهور اللون الاصفر الذهبى على أوراق الشعير مع تقزم النبات أدى إلى تسمية المرض باسم التقزم الأصفر .

تعتمد شدة الأعراض على عمر النبات المصاب . ففى حالة عدوى البادرات يبدأ لون الأوراق فى التحول إلى اللون الأصفر خلال ١٠ - ١٥ يوم من العدوى . يتجه الاصفرار إلى أسفل على إمتداد حواف الأوراق ثم يحل تدريجياً محل اللون الأخضر العادى وتعتبر المناطق المجاورة مباشرة للعروق الرئيسية هى آخر المناطق التى يتحول لونها إلى اللون الأصفر . اللون الأصفر الذهبى أو البرتقالى المميز للاصابة يختلف عن الشحوب الناتج عن نقص النتروجين أو العوامل الاخرى . أوراق النباتات المصابة تأخذ وضعاً قائماً أكثر من الطبيعى وتكون أسمك وأصلب من الأوراق العادية السليمة .

تتقزم النباتات المصابه ويصل طولها إلى أقل من نصف طول النباتات السليمه خلال شهر من العدوى ونادراً ما تصل إلى أكثر من ٦ بوصات فى الطول . يزداد تكوين الخلفات فى النباتات المصابه ولكنها قد تفشل فى تكوين سنابل ويقف نمو النباتات ولكنها تظل حيه فترة طويلة ولا يظهر عليها أعراض موزايك . يتأخر نمو الجذور أيضاً ويزداد تأثير المرض تحت ظروف الجفاف وذلك لعدم قدرة الجذور على الوصول إلى الماء أو لعدم قدرتها على إمتصاص الماء الكافى .

ويعتبر القمح من أكثر النباتات النجيلية تأثرا بالمرض خاصة عند إصابته فى طور البادرة وتتمثل أعراض الاصابة على بادرات القمح فى ظهور لون أخضر داكن على الأوراق الخارجية مع شحوب الأوراق الحديثة . تتقزم النباتات

ويصل طولها إذا ما أصيبت فى طور البادرة إلى ثلث أو نصف طولها الطبيعى ويقل تكوين السنابل وتعطى محصولا لا يذكر .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس الشعير والقمح والشوفان والشيلم وما يقرب من ٣٦ نوع آخر تتبع العائلة النجيلية .

المقاومة : إنتاج أصناف مقاومة أو محتملة للمرض .

بعض فيروسات الشعير الاخرى

فيروس موزايك الشعير — Barley mosaic virus

فيروس الموزايك الاصفر فى الشعير — Barley yellow mosaic virus

رابعا : الأرز

Rice (*Oryza sativa*)

فيروس تقزم الارز

RICE DWARF VIRUS

المرادفات : Rice stunt disease virus

مقدمة : يوجد الفيروس أساساً فى اليابان ، ويبدو أنه وجد هناك فى المناطق الوسطى والجنوبية منذ فترة طويلة، فلقد سجلت إصابات شديدة عام ١٨٨٠ م ثم اكتشف فى نهاية القرن التاسع عشر الناقل الحشرى . ذكر أيضا أن الفيروس يتواجد فى كوريا الجنوبية ، كما أن هنــــاك مرض تقزم آخر للارز سجل فى الفلبين منذ فترة ولكنه يختلف عن مرض تقزم الأرز الموجود فى اليابان .

تشير الأبحاث الحديثة فى اليابان إلى أن المرض يسبب أضراراً كبيرة

لحوالى ١٠٠,٠٠٠ هكتار وتقدر الخسارة فى المحصول بحوالى ١٥,٠٠٠ طن سنويا .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، ولا يحمل فى الحبوب الناتجة من نباتات مصابة ، كما أنه لا ينتقل عن طريق التربة .

الناقلات الحشرية للفيروس هى نطاطات الأوراق وتقوم الأنواع التالية بنقل الفيروس .

Inazuma dorsalis , *Nephotettix cincticeps* ; *N. apicalis*

فى معظم المناطق فى اليابان فان حشرة ***N. cincticeps*** هى التى تلعب الدور الأكبر فى نقل المرض تحت ظروف الحقل . وليست جميع الأفراد فى كل نوع عندها القدرة على نقل الفيروس ، فهناك أفراد نشطة وأخرى خاملة، وعموما فالنسبة المئوية للافراد الناقلة تختلف إختلافا كبيراً تبعاً لاختلاف المناطق .

ينتقل الفيروس خلال البيض ، ويحدث الانتقال إذا كانت الأم هى الحاملة للفيروس ولا يتم ذلك إذا كان الأب هو الحامل للفيروس . عموما فان نسبة الانتقال خلال البيض ليست بالمرتفعة فى حالة ***N.apicalis*** , ***N. cincticeps*** تكون نسبة الانتقال خلال البيض متوسطة أما فى حالة ***I. dorsalis*** فتكون منخفضة جدا . أظهرت بعض الأبحاث أن الفيروس يمكنه أن ينتقل خلال ستة أجيال لبعض الحشرات وكلها بدأت من أم واحده حاملة للفيروس (بدون زيادة جديدة فى مصدر الفيروس) وهذا فى حد ذاته دليل ، وإن كان غير مباشر ، على أن الفيروس يتضاعف داخل الحشرة ، وإلا فان تركيز الفيروس كان سيخفف بدرجة كبيرة .

معظم أفراد *N. cincticeps* النشطة تكتسب الفيروس وتصبح معدية إذا ما تغذت ليوم واحد على نباتات الأرز المصابة ، وتكون الحوريات أكفأ فى ذلك ففى بعض الحالات الخاصة تكتسب الفيروس خلال فترة تغذية على النبات المصاب تبلغ ١ - ٣ دقائق .

هناك فترة حضانة داخل الحشرة ، وتختلف الفترة باختلاف الحشرات، ففى حالة *N. cincticeps* فان فترة الحضانة تتراوح بين ٤ - ٥٨ يوم ومتوسط فترة الحضانة لمعظم الأفراد تقع بين ١٢ - ٣٥ يوم . فترة الحضانة فى حالة *I. dorsalis* كانت ٩ - ٤٢ يوم ، ومتوسط فترة الحضانة لمعظم الأفراد تقع بين ١٠ - ١٥ يوم . عموما تقل فترة الحضانة بارتفاع درجة الحرارة وتزيد بانخفاضها وإذا ما قلت درجة الحرارة عن ١٥°م فان الحشرة التى إكتسبت الفيروس لا تتمكن من نقل العدوى .

وقد وجد أن ٥٠ ٪ من أفراد *N. cincticeps , I. dorsolis* تكتسب الفيروس عند تغذيتها على النبات المصاب لمدة ساعة واحدة بينما التغذية لمدة تتراوح بين عدة ساعات إلى يوم واحد تكون عادة كافية لمعظم الأفراد لنقل الفيروس إلى النبات السليم .

خواص الفيروس فى العصير : نظراً لأن الفيروس لا ينتقل ميكانيكيا ، لذلك توجد صعوبات فى تقدير بعض صفات الفيروس ، وعلى هذا فقد لجأ الباحثون إلى استخدام الحشرة الناقلة ، فعن طريق حقن نطاطات الأوراق الخالية من الفيروس بواسطة المستحضرات الفيروسية فإنه قد أمكن التوصل إلى معرفة بعض صفات الفيروس ، وقد وجد أن درجة الحرارة المميتة تقع بين ٤٠-٤٥°م أما مدة التعمير *in vitro* فتبلغ من ٤٨ - ٧٢ ساعة على درجة ٤°م .

مورفولوجيا الفيروس : الجزىء الفيروسى متعدد الأوجه وقطره حوالى ٧٠ نانومتر ، ويتميز الحامض النووى لهذا الفيروس بأنه ثنائى الخيط double stranded RNA وتبلغ نسبة الحامض فى الفيروس حوالى ١١٪ .

الاعراض : يتميز المرض بتقزم واضح للنبات المصاب وتكون السلاميات قصيرة ، كما يتميز بوجود بقع شاحبة على الأوراق ، وهذه البقع تكون غير منتظمة فى الحجم وغالبا ما تنتشر لتكون خطوطا متقطعـــة موازية للعروق . باستثناء تلك البقع فإن باقى الورقة يكون أدكن من الأوراق السليمة .

الأوراق الصغيرة التى تظهر عليها أول الأعراض الظاهرية قد تتكون عليها البقع الشاحبة فى الجزء السفلى فقط من النصل أو على أحد جانبى العرق الوسطى قرب قاعدة الورقة . تظهر هذه البقع الشاحبة على الأوراق المتتـــابعة بشكل واضح وبعدد كبير وتلتحم مع بعضها عادة على هيئة خطوط على طول العروق. الأوراق السفلى التى تكونت قبل الاصابة لا تظهر عليها أى مظاهر المرض .

نتيجة للاصابة يقل نمو النبات ويتقزم بشكل ملحوظ ويكثر تكون الخلفات الصغيرة معطية للنبات الشكل المتورد (شكل ٣٨) كذلك يتأثر نمو الجذور بدرجة ملحوظة فتكون صغيرة وتنتشر أفقيا .

النبات المصاب يميل غالبا إلى الاخضرار فعند مرحلة الحصاد يكون أكثر إخضراراً بعكس النباتات السليمة التى تكون قد نضجت وأصبحت صفراء ،وقد لاتتكون سنابل وإذا تكونت فإنها تكون قليلة وتحمل عدداً قليلا من الحبوب ويكون جزءاً كبيرا منها غير ممتلىء وغالبا ما يظهر على الحبوب تلطخات داكنة.
بعمل قطاعات رقيقة فى الأوراق المصابة وفحصها تحت الميكروسكوب الالكترونى أمكن عن طريق الشكل والحجم التعرف على الفيروس ، والذى

وجد داخل الخلايا الموجودة فى الاجزاء الشاحبة من الأوراق المصابة .
الخلايا الشاحبة عادة ما تظهر قرب الحزم الوعائية فى الأوراق المصابة. ولم يوجد الفيروس فى نواة الخلية المصابة ولا فى البلاستيدات الخضراء ولا فى الميتوكوندريا

بالنسبة للبلاستيدات الخضراء فقد لوحظ تحللها أو غيابها أو قلة عددها وصغر حجمها فى خلايا الأجزاء الشاحبة . كذلك لوحظ وجود أجسام محتواه داخل الخلايا وأن أجسام X - bodies X كانت منتشرة فى خلايا الميزوفيل وخلايا البشرة ، وعادة ما تكون هذه الأجسام مجاورة لنواة الخلية ، ويرى Shikata 1962 وكذلك Fukushi *et al*, 1962 أن أجسام X عبارة عن كتلة من الجزيئات الفيروسية ، وعموما ففى حالة الأوراق الصغيرة فان جزيئات الفيروس عادة ما تكون موزعة أو فى كتل صغيرة ، أما فى حالة الأوراق الكبيرة التى أعديت لمدة تزيد عن الثلاثين يوما فتكون هناك تجمعات من الجزيئات الفيروسية مندمجة أو مرتبة بانتظام . بوجه عام تختلف هذه الأجسام بدرجة كبيرة فى الشكل والحجم وأكثر الأشكال شيوعا هو الشكل المستدير أو البيضى ، وهذا بجانب وجود أجسام أميبية الشكل أو غير منتظمة فى شكلها .

أحجام الأجسام تتراوح بين ٣ - ١٠ ميكرون فى الطول وبين ٢٫٥-٨٫٥ ميكرون فى العرض .

المدى العوائلى : المدى العوائلى للفيروس ضيق ومحدد بالعائلة النجيلية ويعطى على النباتات القابلة للاصابة أعراضا جهازية . لم تشاهد إصابة طبيعية على نباتات القمح والشعير تحت ظروف الحقل فى حين يمكن عدواها تجريبيا ، أما الذره فهو منيع للاصابة . هناك بعض الحشائش التى كثيراً ما وجدت عليها الاصابة وأظهرت أعراضا مشابهة لتلك التى تظهر على نبات الأرز المصاب .

المقاومة : نظراً لأن الفيروس يقضى فترة الشتاء أساساً داخل الحشـــرة الناقلة ، لذلك فإن مقـاومة الحشرة تمثل الأساس فى مقاومة هـذا المرض . وفى اليابان أستخدمت العـديد من المبيدات الحشرية وقد وجـد أن مقاومة حشرة *N. cinetice ps* بواسطة السيفين **sevin** أعطت نتائج جديدة .

أجريت فى اليابان بعض البحوث والدراسات على مقاومة أصناف الأرز للمرض، وقد وجد تحت ظروف الحقل أن الأصناف اليابانية التى أختبرت كانت كلها قابلة للاصابة ، أما الأصناف الأجنبيه التى أختبرت فإن بعضها كان قابلا بشدة للاصابة وبعضها متوسط القابليه وبعضها مقاوم والبعض الأخير كان شديد المقاومة . عموماً فمازالت تجرى الأبحاث لتربية وأستنباط أصناف مقاومة .

فيروس الورقة البيضاء فى الأرز

RICE " HOJA BLANCA " VIRUS

المرادفات : **Rice white leaf virus; Rice white stripe disease virus**

مقدمة : أشتق اسم هـذا المرض من اللغة الأسبانية إذ أن **hoja blanca** فى اللغة الأسبانية تعنى الورقه البيضاء (**white leaf**) .

ينتشر المرض فى كوبا واليابان وفنزويلا وأمريكا ، ويسبب أضراراً خطيرة تتوقف شدتها على مدى شدة الاصابه وعلى نوع الأرز المنزرع ولقد ذكر أن هذا الفيروس قد سبب خسائر جسيمة عام ١٩٥٦ فى كوبا بلغت أكثر من ٧٥٪ فى بعض حقول الأرز ، وقدرت الخسارة الكلية بأنها حـوالى ٢٥٪ ، وقـد وصلت الخسارة فى فنزويلا إلى ٥٠٪ أما فى كولومبيا فإن الخسارة قد وصلت فى بعض المناطق إلى ١٠٠٪ .

الانتقال : أجريت عديد من التجارب لدراسة إنتقال هـذا الفيروس ولم تنجح التجارب فى نقل هذا الفيروس ميكانيكياً أو عن طريق الحبوب أو عن طريق التربة .

ينتقل الفيروس بواسطة نطاطات الأوراق والناقـل الأساسى له هـــو *Sogatodes oryzicola*(ويعرف أيضاً بأسم *Sogata orizicola*) ، كما ينقله أيضـــاً *S. cubanus* (*S. cubana*) . تفضل الحشرة الأولى المعيشة والتغذية على نباتات الأرز ونادرا ما تلجأ إلى بعض الحشائش بعكس الحشرة الثانيه التى تكمل دورة حياتها على بعض الحشائش ونادرا ماتلجأ إلى نباتات الأرز. تكتسب الحشرة الفيروس فى خلال ساعة أو أقـل من تغذيتها على النباتات المصابة، ويقضى الفيروس فترة حضانه طويله فى الحشرات النشطة النـاقله لمـــدة تتراوح بين ٣٠ - ٣٦ يوماً ويمكنها أن تنقله إلى النباتات السليمه فى خلال فـترة تغذية أقـــل من ساعة . ينتقل الفيروس بنسبه عاليـه من الاباء إلى الابنـاء **transovarial transmission**

مورفولوجيا الفيروس : مازال هناك بعض الأختـــلافات والاراء المتضاربة حول حجم وتركـيب الفيروس ومن المحتمل أن العلماء الذين قاموا بتلك الدراسات قد درسوا فيروسين مختلفين، إذ ذكر **Herold *et al*, 1968** أن الجزيئات الفيروسيه كروية الشكل ذات قطر يبلغ حوالى ٤٢ نانومتر فى حين أن **Shikata and Galvez, 1969** قد أعتبروا أن الجزيئات الفـيروسية خيطية الشكـل مرنة تتفاوت فى الطول وذات عرض يبلغ ٨ - ١٠ نانومتر . الجزيئات الشبيهة بالخيوط لوحظت فى خـــلايا الأوراق المصابة وفى الحشرة النـاقلة .

الاعراض : أول الأعراض تظهر فى صورة بقع صغيرة شاحبة اللون على

قاعدة الورقة التى تعلو الورقة المعداة . الورقة التى تلى ذلك يظهر على نصلها بعض الخطوط الطولية البيضاء اللون . الأوراق التى تظهر بعد ذلك غالباً ما تكون بيضاء اللون أو قد يظهر عليها تبرقشات منتشرة .

إذا أصيب النبات وهو فى الأطوار الأولى المبكرة من النمو فإنه يموت ، أما الاصابة المتأخرة فأنه ينتج عنها بوجه عام تقزم للنبات وتبرقش للسيقان. النورات الداليه الناتجه من الخلفات المصابه تكون صغيرة الحجم ومشوهة وقد يكون خروجها من الاغماد جزئياً . فى كثير من الأحيان فإن العصافة lemma والإتب palea قد يتشوها فى الشكل ويجفا بسرعة ويتغير لونهما إلى اللون البنى وقد تكون الأزهار عقيمه وبالتالى فإن سنابل النباتات المصابه قد لا تحتوى على حبوب أو قد تحتوى على عدد قليل منها كما أن السنابل تبقى فى وضع عمودى .

هناك بعض الأعراض الخاصه بالجذور إذ تقل فى العدد والحجم كما أن بعضها قد يأخذ لونا يميل إلى اللون الأبيض ولكن العديد منها يأخذ لوناً بنياً كما قد تتحلل وتتعفن بعض الجذور .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس طبيعياً وتجريبياً بعض النباتات مثل القمح والشعير والشوفان والشيلم وغيرها ولكنه لا يصيب الذرة أو قصب السكر، كذلك فإن العديد من الحشائش التى تنمو مجاورة لحقول الأرز المصابه تصاب ويظهر عليها أعراضاً مشابهه لتلك التى تظهر على الأرز .

بعض فيروسات ألارز الاخرى

فيروس التقزم والتخطيط الأسود فى الأرز	Rice black-streaked dwarf virus
فيروس الموازيك النيكروزى فى الأرز	Rice necrosis mosaic virus
فيروس تخطيط الأرز	Rice stripe virus
فيروس التورد فى الأرز	Rice rosette virus
فيروس اصفرار الاوراق فى الأرز	Rice tungro virus

خامسا : قصب السكر

Sugar cane (*Saccharum officinarum*)

فيروس تقزم الخلفة فى قصب السكر

SUGAR CANE RATOON STUNTING VIRUS

مقدمة : سجل هذا المرض لأول مرة فى كوينزلاند Qeensland باستراليا حيث عرف كمرض خاص بقصب السكر خلال صيف ١٩٤٤ — ١٩٤٥ ، ويعرف حالياً أن هذا الفيروس ينتشر فى زراعات القصب فى عديد من بلاد العالم ، كما أنه يوجد فى مصر .

الانتقال : ينتقل المرض عن طريق العقل المصابة المأخوذة من نباتات مصابة ، والانتقال بهذه الطريقة يمثل أحد الوسائل الهامة جداً فى انتشار المرض، ويرجع ذلك لصعوبة التعرف على المرض من المظهر الخارجى فى مثل هذه الحالات .

يمكن أن ينتقل المرض من النباتات المصابة إلى السليمة عن طريق العدوى الميكانيكية بمستخلص النبات المصاب ، كما ينتقل بواسطة السكاكين المستخدمة فى تقطيع العقل وكذلك آلات كسر المحصول .

لا يعرف للفيروس ناقل حشرى ، كما أنه لا ينتقل عن طريق التربة ولا عن طريق البذور الحقيقية .

خواص الفيروس فى العصير *in vitro* : تقع درجة الحرارة المميتة بين ٥٠ — ٥١°م وتصل درجة التخفيف النهائية إلى ١ : ١٠٠,٠٠٠ ويبلغ التعمير حوالى ٢٤ ساعة .

ويلاحظ أنه عند حفظ العصارة المعدية فى الثلاجة على درجة ٤ - ٥° م فإن الفيروس يحتفظ بفاعليته لمدة حوالى أربعة أيام ، أما إذا حفظت على درجة - ٢٠°م فإن الفيروس يحتفظ بفاعليته لمدة قد تصل إلى خمسة شهور مع ملاحظة حدوث تدهور تدريجى فى فاعليته خلال فترة الحفظ .

مورفولوجيا الفيروس : الفيروس كروى الشكل تقريباً ويبلغ قطره حوالى ٣٢ نانومتر .

الاعراض : يظهر تأثير المرض واضحا فى حالة القصب الخلفه بعكس القصب الغرس الذى لا يظهر عليه عادة مظهر خارجى مميز للمرض ، فقد تنحصر الاعراض فى ضعف النمو وتقزم عام ، وفى الواقع فإن هذه الأعراض يمكن أن تنتج عن عديد من العوامل الأخرى مثل عدم العناية بالمعاملات الزراعية وكذلك نتيجة للعوامل البيئية الغير ملائمة كالتسميد وخلافه . بالنسبة للقصب الخلفة فإن النباتات المصابة تكون متقزمة بشكل واضح وأقصر من نباتات الخلفة الغير مصابه ، كما أن عدد النباتات فى الجورة يكون أقل كما يقل المجموع الجذرى .

يتكون تلون بنى أو برتقالى عند العقد وذلك عند قاعدة البرعم ويظهر ذلك واضحا عند عمل كشط طولى لأنسجة الابن فى تلك المنطقة .

يقل محصول النباتات المصابة ، وقدرت الخسارة فى محصول القصب الغرس لصنف Q 28 بأنها تتراوح بين ١٢ - ٣٧ ٪ فى حين أن الخسارة فى محصول الخلفات لنفس الصنف كانت حوالى ٦٧ ٪ ، وبالنسبة لعديد من الأصناف المختلفة فلقد وجد أن الخسارة فى حالة الغرس تتراوح بين ١٠ - ١٥ ٪ أما فى حالة الخلفه فتتراوح بين ٢٠ - ٢٥ ٪ أو أكثر ، وبوجه عام فإن الخسارة فى

المحصول تختلف تبعاً لاختلاف الصنف المزروع والظروف البيئية السائدة ودرجة الاصابة .

تأثير المرض على المحتوى السكرى تأثير طفيف وهناك بعض الدلالات على أن القصب المصاب يحتوى على نسبة مئوية من السكروز أكبر بدرجة ضئيلة عن القصب السليم ، وقد يكون ذلك بسبب النمو الأقوى للنبات السليم .

أظهرت الدراسات التشريحية وجود انسداد فى الأوعية الخشبية نتيجة لتجمع مواد صمغية وحدوث نيكروزس الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة وذلك فى المنطقة السفلية للعقد .

المدى العوائلى : أجريت بعض التجارب لدراسة المدى العوائلى لهذا الفيروس فى كوينزلاند بغرض التعرف على وجود نباتات أخرى تعمل كمصدر للاصابة، وكذلك لمحاولة التوصل إلى عائل مشخص , ولذلك أعديت نباتات عديدة من الاعشاب والنجيليات وذوات الفلقتين ولكنها لم تعطى أعراضاً مرضية ، على أى حال فانه قد وجد أن بعض النباتات مثل بعض أنواع الذرة الرفيعة وحشيشة السودان وبعض الحشائش الأخرى التى عادة ما تتواجد فى حقول القصب قد أصيبت بالمرض وأمكن نقل العدوى منها إلى القصب تجريبياً .

المقاومة : ١ ـ إستعمال أصناف مقاومة ، وهناك بعض الأصناف التى أثبتت مقاومة لهذا المخصول فى كوينزلاند وفى لويزيانا وغيرها .

٢ ـ زراعة تقاوى سليمة .

٣ ـ العناية بتطهير الأدوات الزراعية المستخدمة فى العمليات المختلفة،ويمكن تعقيمها بالماء المغلى أو اللهب أو ببعض الكيماويات مثل الليزول Lysol بتركيز ٢٠٪ .

٤ - معاملة التقاوى بالحرارة أعطى نتائج فعاله فى مقاومة الفيروس ، وتعامل التقاوى بالماء الساخن أو الهواء الساخن على درجة حرارة تؤثر على الفيروس ولا تؤثر على الانبات . المعاملة بالماء الساخن تكون على درجة ٥٢°م لمدة ساعه ونصف ولكن قد يكون لتلك المعاملة بعض الأضرار، أما المعاملة بالهواء الساخن فتكون على درجة ٥٤°م لمدة ٨ ساعات وهذه تعمل على تخليص النبات من الفيروس كما أن ليس لها أضرار كبيرة على الانبات .

فيروس موزايك قصب السكر

SUGAR CANE MOSAIC VIRUS

المرادفات : Sugar cane yellow stripe virus; Sugar cane mottling disease; Grass mosaic virus; Corn mosaic virus.

مقدمة : ينتشر الفيروس فى زراعات قصب السكر فى أنحاء العالم ، كما يوجد أيضاً فى مصر .

الانتقال : ينتقل الفيروس بصعوبة عند العدوى بالعصارة المعديه ولذلك تستخدم طرق خاصة، وكان يتبع من قبل طريقه الوخز بالابر إذ توضع نقطة من العصارة المعدية فى إبط أصغر ورقة منبسطة ثم يجرى الوخز خلال تلك النقطة لعشرات المرات . وقد وجد فيما بعد أن استخدام رشاشات هوائية خاصة تعطى نتائج أفضل من طريقة الوخز بالابر .

ينتقل الفيروس عن طريق زراعة العقل المصابه ، وهذه إحدى الوسائل الهامة التى تساعد فى إنتشار الفيروس .

من المحتمل أن الفيروس ينتقل بنسبة ضئيله جدا عن طريق بذور بعض النباتات

وقد وجد أنه عندما زرعت ٩٠٠ حبة ذرة بجموعة من نباتات مصابة بهـــذا الفيروس فإن ٣٦٢ حبة هى التى حدث لها إنبات وأن ثلاث بادرات فقـط هى التى ظهرت عليها الأعراض أى أن الانتقال عن طريق البذور كان بنسبـة ١ ٪ فقط .

تقوم عديد من أنواع المن بنقل الفيروس ومنها , *Myzus persicae* *Schizaphis graminum* , *Carolinaia cyperi* , *Rhopalosiphum maidis* , *Hysteroneura setaria* , *Aphis gossypii.*

تختلف فترة التغذية اللازمة لاكتساب الفيروس واللازمة للعدوى باختلاف نوع المن الناقل وبوجه عام فإنه بعـد تجويع الحشرات فان فترة اكتساب الفيروس تتراوح بين دقيقة إلى دقيقتين ، وتظل الحشرة معـدية لمـدة تتراوح بين ٢ - ٦ ساعات ولا توجد فترة حضانه داخل جسم الحشرة .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميتة تقع بين ٥٣ - ٥٥°م ودرجة التخفيف النهائية ١ : ١٠٠٠ وفترة التعمير *in vitro* أقل من يوم .

مورفولوجيا الفيروس : الجزيئات الفيروسية تبلغ فى الطول حوالى ٧٥٠ نانومتر وفى العرض ١٣ نانومتر .

الأعراض : تختلف الأعراض باختلاف الصنف المصاب، فبعض الاصنـاف تحمل الفيروس من سنة إلى أخرى بدون ظهور أعراض واضحة باستثناء بعض التبرقشات على الأوراق ، فى حين أنه على البعض الآخر من الأصناف قد تظهر التبرقشات أيضا على الساق، وبعض الأصناف قد يحدث لها بعض التشوهات مع حدوث تقزم لها .

الأعراض المميزة للاصابة بهذا الفيروس تكون أكثر وضوحا على الأوراق

الحديثة إذ تظهر بقع فاتحة اللون مستطيلة الشكل نوعا وغير منتظمة الجواف وموازية للعرق الوسطى للورقة وتكون منتشرة فوق بعض عروق الورقة (شكل ٣٩) وبتقدم الورقة فى العمر فان الأعراض تميل إلى الاختفاء . فى حالة الاصابات الشديدة فان الأعراض تمتد إلى الساق التى تتقزم وتصبح رفيعة .

تتكون أجسام محتواه فى المناطق الشاحبة وكذلك فى الأنسجة الخضراء المجاورة لها .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس عددا كبيراً من النباتات التابعة للعائلة النجيلية ، فبجانب القصب فانه يصيب الذرة الشامية والذرة العويجة وذرة المكانس وعديد من الحشائش المختلفة .

تستخدم بادرات الذره كنباتات مفرقة إذ أن تلك البادرات يسهل إصابتها وبنسبة مرتفعة إذا ما أعديت ميكانيكيا بالعصارة المعدية مع استخدام مادة خادشة ، وتظهر الأعراض عليها فى صورة نقط شاحبة مرتبة طوليا فى خطوط فى وسط أو قاعدة الورقة التى لم يتم انبساطها بعد . كذلك يمكن استخدام *Holcus sorghum* كنبات اختبار فهو حساس جدا للاصابة .

المقاومة : من أهم طرق مقاومة هذا المرض هى زراعة الأصناف المقاومة، هذا بالاضافة إلى اتباع الطرق السليمة والصحيحة مثل إزالة النباتات المصابة وإزالة الحشائش والنباتات القابلة للاصابة وعدم زراعة عقل مصابة ومقاومة حشرات المن .

فيروس التخطيط الشاحب فى القصب
SUGAR CANE CHLOROTIC STREAK VIRUS

مقدمة : يوجد الفيروس فى فورموزا وجاوا وكوينزلاند ولويزيانا بالولايات المتحدة الأمريكية وكذلك فى بعض البلاد الأخرى .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة . ولقد ذكر أن نطاطات الأوراق *Draeculacephala portala* تقوم بنقل الفيروس ولكن هذا أمر غير مؤكد . ينتقل الفيروس وينتشر عن طريق زراعة العقل المصابة .

هناك بعض الأدلة التى تدعو إلى الاعتقاد بوجود ناقل من ناقلات التربة ، إذ أن زراعة نباتات سليمة مع أخرى مصابة فى رمل كوارتز أبيض أو فى محلول غذائى فى نفس الوعاء أدى إلى إصابة النباتات السليمة ، كذلك فإنه عندما زرعت نباتات سليمة فى تربة مأخوذة من حول ومن أسفل النباتات المصابة بشدة فان النباتات السليمة أصيبت .

الاعراض : تنحصر الأعراض الخاصة بهذا الفيروس فى وجود خطوط صفراء باهتة أو تميل إلى الاخضرار نوعا على نصل الأوراق . هذه الخطوط الشاحبة تكون بطول أقل من بوصتين تقريبا وهى غير منتظمة العرض ، ويبلغ عرضها فى المتوسط حوالى $\frac{1}{8}$ بوصة .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس عددا محدودا من النباتات النجيلية .

بعض فيروسات قصب السكر الأخرى

فيروس تقزم قصب السكر	**Sugar cane dwarf virus**
فيروس مرض فيجى فى قصب السكر	**Sugar cane Fiji disease virus**
فيروس التخطيط فى قصب السكر	**Sugar cane streak virus**

الفصل التاسع

فيروسات العائلة الزنبقية والنرجسية والسوسنية والموزية

فيروسات العائله الزنبقية

Fam. Liliaceae

أولا : البصـل

Onion (*Allium cepa* ,

فيروس تقزم وإصفرار البصل

ONION YELLOW DWARF VIRUS

المرادفات : Onion crinkle virus; Onion mosaic virus

مقدمة : سجل هذا المرض منذ حـوالى ٥٠ عاماً فى الولايات المتحدة ثم المانيا ثم عرف فى بعض البلاد الأخرى ، وقد ذكرت بعض الدراسات وجود هذا المرض فى مصر .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكياً ، وتعمل الأبصال المصابه على نقـل وانتشار المرض ولكن لا ينتقل الفيروس عن طريق البذرة. تقوم عشرات الأنواع من المن بنقل هـذا الفيروس مثـل *Aphis rumicis* و *A. maidis* و *Rhopalosiphum prunifoliae* ، والفيروس من النوع المحمول باجزاء الفم .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميته تقع بين ٧٥-٨٠°م

ودرجة التخفيف النهائية تصل إلى ١ : ١٠,٠٠٠ ، أما فترة التعمير *in vitro* فتبلغ حوالى ١٠٠ ساعة على درجة ٢٩°م .

مورفولوجيا الفيروس : الجزىء الفيروسى عصوى مرن أو خيطى بطول ٧٢٢ نانو متر وعرض ١٦ نانومتر .

الأعراض : فى حالات عديده تتخفى مظاهر الاصابة ولا تظهر أعراض مميزه على النبات ، فإذا مازرعت الابصال المصابه المتحصل عليها من هذه النباتات فانها تعطى نباتات مصابة وأول مايظهر عليها من أعراض هو مجموعة من خطوط صفراء قصيرة على قاعدة الورقه الأولى .

إذا ما أجريت عدوى صناعية (سواء بالمن أو بالابرة) لاوراق نباتات البصل فإن الأعراض تظهر على قواعد الأوراق التى نمت بعد الاصابه ، وعموماً فإن الأوراق التى تكون موجوده على النبات قبل الاصابة لا تظهر عليها أعراضاً مميزة بعكس الأوراق المتكونة بعد الاصابه . فى وجود الظروف الملائمة لتكشف المرض فإن الأوراق المصابه (الموجودة على قاعدتها خطوط صفراء قصيره) تصبح صفراء اللون وتتجعـــد وتتدلى إلى أسفل معطية للنبـــات مظهراً غير طبيعياً .

تظهر الخطوط الصفراء على الشماريخ الزهرية مبتدئه من أسفل إلى أعلى ، وفى النهاية فإن الخطوط تلتحم وتصبح الشـــماريخ صفراء اللون ، وتنحنى وتلتوى بطريقة مميزة .

نتيجة للتغيرات السابقة من أصفرار وتجعد وتدلى الأوراق والتواء الشمراخ الزهرى فإن النبات المصاب يأخذ شكلا متقزماً ، كما أن النورات تحتوى على أزهار أقل من النباتات الغير مصابه .

المدى العوائلى : يصيب الفيروس بالاضافة إلى البصل نباتات الثوم والنرجس وغيرها ، ويستخدم نبات النرجس *Narcissus jonquilla* كعائل مشخص لهذا الفيروس إذ تظهر عليه أعراضاً مشابهة لتلك التى تظهر على البصل .

المقاومة : يجب العمل على انتاج أبصال خالية من الاصابة ، كما يجب أن تكون الزراعة بأبصال سليمه (تجرى أختبارات أولية قبل الزراعة للكشف عن وجود الفيروس فى هذه الأبصال وذلك بزراعة نسبة منها تحت ظروف خاصة ملائمة لظهور المرض) ، وتزرع الشتلات فى أماكن منعزلة خالية من الابصال التى تزرع لغرض انتاج البذور ، إذ تقوم حشرات المن بنقل الفيروس إلى الشتلات الصغيرة . كذلك يجب اقتلاع النباتات المصابه بمجرد ظهور أعراض الاصابة. بالنسبة لمقاومة حشرات المن فقد وجد أنها لا تعطى فائدة كبيرة .

ثانيـاً : الزنبق

Lily (*Lilium* spp.)

فيروس تورد الزنبق

LILY ROSETTE VIRUS

المرادفات : Lily yellow - flat virus

مقدمة : يوجد الفيروس فى أمريكا ، جاوا ، انجلترا وبعض البلاد الأوروبية الأخرى .

الانتقال : لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً ، ولكن تقوم حشرة المن *Aphis gossypii* بنقله . كما يوجد الفيروس فى الأبصال المصابه بصورة مزمنة وهذه تعمل على انتشاره .

الأعراض : فى حالة النباتات الناتجة من أبصال مصابة فإن الأوراق وخاصة العليا والصغيرة تظهر ملتوية إلى أسفل وبطريقة ملحوظة . فى بعض الأحيان قد تلتوى الأوراق جانبياً كما قد تتشوه . يميل السطح العلوى للاوراق المصابه إلى أن يكون مستويا بعكس الحال فى النباتات السليمه ، كما يصبح لون الأوراق شاحب إلى حد ما بدون وجود خطوط أو بقع . يميل المظهر العام للنبات إلى الشكل المتورد .

فى حالة النبـــاتات التى تصاب أثناء الموسم فان الأوراق التى تم نضجها قبل الاصابة لا يظهر عليها أى تغيرات ملحوظة ، أما النموات الحديثة فتظهر عليها الأعراض المميزة للمرض .

يؤثر الفيروس على شكل وحجم الابصال تأثيراً ملحوظاً ، فتظل الحراشيف الخارجية عادية وسائبه أما الداخلية فتكون متجمعة مع بعضها وتكون البصلة بوجه عام ذات محيط أصغر من السليمه ، كذلك يكون هنـاك ميلا إلى تشقق الأبصال . نتيجة لتكرار زراعة تلك الابصال المصابة فإن النباتات الناتجة تتدهور وتعطى أبصالا صغيرة جداً .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود ببعض الأنواع التابعة للجنس *Lilium* فقط .

المقاومة : يجب إزالة النباتات المصابة أولا بأول والتخلص من الابصال المصابه وبقايا النباتات المصابة . كذلك يجب مقاومة حشـرة المن بواسطة بعض المبيدات الحشرية المحتوية على النيكوتين . هذا بالاضافة إلى عدم إستخدام أبصال مصابة فى الزراعة .

فيروس موزايك الزنبق

LILY MOSAIC VIRUS

مقدمة : يتسبب الموزايك فى الزنبق عن الاصابة باحدى سلالات فيروس موزايك الخيار .

الاعراض : تختلف الأعراض الناشئة على النباتات المصابة باختلاف الأنواع المصابة ، كما أن الأعراض قد تختفى أو تقل حدتها عند أرتفاع درجة الحرارة .

فى حالة الاصابة الضعيفة أو المتوسطة فإن الأعراض تظهر فى صورة خطوط خضراء شاحبة غير منتظمة متكونة على الأوراق الخضراء الداكنة والتى تظل محتفظة بحجمها وشكلها العادى. فى حالة الاصابة الشديده فانه بالاضافة إلى التبرقش الذى سبق وصفه فإن الأوراق تتشوه ثم تظهر فى الأطوار الأخيرة بقع ميته فى المناطق الشاحبه .

بالنسبة للأزهار فانه تظهر بقع وتجعدات عليها ، كما تلتصق أجزاء الغلاف الزهرى عند القمة وبالتالى لاتتفتح البراعم .

تتأثر أبصال النباتات المصابه إذ تكون أصغر حجماً من تلك السليمه .

المقاومة : ١ - مقاومة الحشرة الناقلة .

٢ - عدم استخدام أبصال مصابة فى الزراعة .

٣ - الزراعة عن طريق البذور يؤدى إلى الحصول على نباتات خالية من الفيروس حيث أنه لاينتقل عن طريق بذور الزنبق .

٤ - يجب ملاحظة مراقد البذور أو المشتل باستمرار وكذلك إزالة النباتات التى قد تصاب مبكراً ، ويجب أن تكون تلك المتابعة دورية ومستمرة خلال موسم النمو .

٥ - ينصح باستبعاد النوع *L. candidum* حيث أنه عادة مايصاب .

فيروس التبقع الحلقى فى الزنبق

LILY RINGSPOT VIRUS

مقدمة : من المحتمل أن هذا الفيروس هو أحد سلالات فيروس موزايك الخيار أو أنه قريب الصلة به .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكياً بسهولة ، وتنقله حشرة من الخوخ *Myzus persicae* .

الاعراض: يعطى الفيروس أعراضاً واضحاً على *L. regale* و *L tigrinum* فبعد حوالى ١٠ أيام من العدوى تظهر أعراض الاصابة فى صورة حلقات داكنة على الأوراق ثم تتحول بسرعة إلى مناطق ميتة تنتشر خلال النبات. تؤدى الاصابة إلى موت القمم النامية وإلى عدم تكون أزهار ، ويتشوه شكل النبات المصاب ويتقزم . فى حاله *L.tigrinum* فإن النبات قد يموت بسرعة أما فى حالة *L. regale* فإنه قد يشفى من الاصابة ويتابع نموه ولكنه يفشل فى الأزهار .

بعض فيروسات الزنبق الأخرى

فيروس تجعد وتخطيط الزنبق	Lily curl stripe virus
فيروس تبرقش وتخطيط الزنبق	Lily streak mottle virus
فيروس الزنبق المتخفى أو الكامن	Lily symptomless virus

فيروسات العائلة النرجسية

Fam. Amaryllidaceae

النرجس

(*Narcissus* spp.)

فيروس التخطيط الاصفر فى النرجس

NARCISSUS YELLOW STRIPE VIRUS

المرادفات : **Narcissus mosaic virus**

مقدمة : ينتشر الفيروس بكثرة فى انجلترا وهولندا ومن المحتمل أنه منتشر فى معظم البلاد الأوروبية وكذلك فى أمريكا الشمالية .

الانتقال : ينتقل الفيروس عن طريق العدوى الميكانيكية بالعصارة المعدية ولكن بصعوبة ولابد من استخدام مادة خادشة · لا ينتقل الفيروس عن طريق البذور ولا خلال التربة .

الناقلات الحشرية لهذا الفيروس هى حشرات المن ، وتقـوم عدة أنواع بنقله منها ***Macrosiphum euphorbiae*** و ***M. pisi*** و ***Aphis rumicis*** و ***Myzus convolvuli*** . من بين هذه الأنواع فإن ***M. euphorbiae*** هو القادر على التكاثر على نبات النرجس . تقوم هذه الحشرات الناقلة بنقل الفيروس محمولا على أجزاء الفم .

مورفولوجيا الفيروس : جـزيئات الفيروس خيطية الشكل أبعادهـا ٧٥٥ × ١٢ نانومتر .

الاعراض : تحت ظروف الحقل فإن المظهر العـام للأصابة يكون هو

شحوب الأوراق ويكون هذا العرض أكثر وضوحا عندما تصل الأوراق إلى ٣ - ٤ بوصات فى الطول ، ويختفى هذا الشحوب فى الجو الدافىء . تتشوه النباتات المصابة، وفى بعض الأصناف يتكون شحوب موضعى شـــديد فى حين تتموج الأوراق بشكل ملحوظ فى البعض الآخر من الاصناف .

يعتبر تقطع اللون فى الزهـرة من الاعراض الهامة المصاحبة للاصابة بهذا الفيروس .

المدى العوائلى : للفيروس مدى عوائلى محدود بالجنس *Narcissus* ، وقد ذكر أنه يصيب أيضا التيوليب صناعيا .

المقاومة : إزالة النباتات المصابة والتخلص منها مبكراً فى أوائل الموسم وذلك قبل أن تختفى الاعراض نتيجة لارتفاع الحرارة .

فيروس موزايك النرجس
NARCISSUS MOSAIC VIRUS

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا بالعصارة كما يمكنه الانتقال أثنـــاء المعاملات الزراعية المختلفة . لا ينتقل الفيروس عن طريق البذور، كما أنه لا يعرف له ناقل ، ولقد فشلت المحاولات المختلفة التى أجريت لنقله بواسطة أنواع مختلفة من المن .

خواص الفيروس فى العصير : درجة الحرارة المميته هى ٧٠°م ودرجة التخفيف النهائية تصل إلى ١٠ —°، فترة التعمير *in vitro* تبلغ حوالى ١٢ أسبوع على درجة ١٨م .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس عصوية بطول ٥٦٠ نانومتر تقريبا ، وتبلغ فى العرض حوالى ١٣ نانومتر .

الأعراض : قد لاتظهر أعراض على بعض الاصناف المصـابة وقد تكون الأعراض فى صورة موزايك خفيف على قاعدة الاوراق وتظهر خـلال وبعد فترة التزهير. تظهر أعراض الموزايك واضحة على الصنف **Minister Talma**. لاتظهر على الازهار الموجودة على النباتات المصابة أى أعراض مرضية .

المدى العوائلى : أصاب الفيروس ٢٨ نوعا من ٥٣ نوعا أعديت صناعيا وأعطى مع البعض أصابة موضعية ومع البعض الآخر اصـــابة كيانية ، كما أن بعض العوائل اصيبت به بدون أعراض أو باظهار أعراض خفيفة .

يستخدم نبات *G. globosa* كعائل مفرق ، وتظهر على أوراقه المعداه بقعا محلية .

فيروسات العائلة السوسنية
Fam. Iridaceae

أولا : السوسن
Iris spp.

فيروس موزايك السوسن
IRIS MOSAIC VIRUS

المرادفات : Iris grey mosaic virus ; Iris stripe virus ; Iris yellow mosaic virus .

الانتقال : ينتقل الفيروس ميكانيكيا ولكن بصعوبة ، ويمكن نقله بواسطة حقن العصارة المعدية بواسطة حقنة ذات سن رفيع .

تقوم بنقله حشرات المن *Macrosiphum euphorbiae* و *Myzus persicae*

خواص الفيروس فى العصير : نظراً لأن عصارة نبات السوسن تحتوى على تركيز منخفض من الفيروس ، لذلك تستخدم العصارة المعدية لنبات *Tetragonia expansa* فى دراسة خواص الفيروس . درجة الحرارة المميتة تقع بين ٦٥ — ٧٠°م ودرجة التخفيف النهائية تقع بين ١٠−٢ — ١٠−٣ وفترة التعمير *in vitro* تصل إلى ٣ أو ٤ أيام على درجة ٢٠م ، فى حين تصل إلى ١٦ - ٣٢ يوم على درجة ٢م .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس خيطية الشكل بطول ٧٦٠ نانومتر وبعرض ١٢ نانومتر .

الاعراض : يعرف المرض باسم الموزايك أو التخطيط ، وتختلف

الاعراض كثيراً تبعاً لاختلاف الصنف المصاب . بوجه عام فإن الأعراض العامة المميزة لهذا المرض هى تقزم النبات المصاب وحدوث تبرقشات للأوراق وتقطع فى لون الأزهار . التبرقشات قد تظهر فى بعض الحالات على قواعد الاوراق وعلى أغلفة البراعم ، كما قد تتكون أيضا بعض الخطوط التى تميل إلى الاصفرار على الأوراق وأغلفة البراعم ، ويكون التبرقش أوضح على أغلفة البراعم والاوراق الصغيرة منها على الكبيرة .

تقطع اللون فى الازهار غالبا مايكون مميزاً وواضحا إذ تتكون على الازهار مناطق تكون أدكن فى لونها عن اللون العادى للزهرة .

المدى العوائلى : عند عدوى ٤٦ نوعا نباتيا مختلفا وجد أن الفيروس قد أصاب منها ثمانيــة أنواع فقط هى *Tetragonia expansa* و *Amaranthus caudatus* بالإضافة إلى ستة أنواع تابعة للجنس *Chenopodium* ، فى حين لم يصب النباتات التابعة للعائلة الباذنجانية مثل الدخان والطماطم والبتونيا .

تستخدم نباتات *T. expansa* , *A. caudatus*, *C. quinoa* كنباتات مفرقة إذ يعطى عليها الفيروس بقعا موضعية شاحبة .

ثانيا : الفريزيا

Freesia sp.

فيروس موزايك الفريزيا
FREESIA MOSAIC VIRUS

مقدمة : الفيروس واسع الانتشار فى انجلترا كما أنه يوجد فى هولندا وإيطاليا .

الانتقال : إنتقال الفيروس بالعصارة المعدية صعب جدا ، ولكن يبدو أنه ينتقل فى حالة الصنف Marion بواسطة السكين الملوثة المستخدمة فى تقطيع

شماريخ النورات . يبقى الفيروس على حالة مزمنة فى الكورمات ولكنه لا ينتقل عن طريق البذور . الناقل الحشرى لهذا الفيروس هو المن *Macrosiphum euphorbiae* .

مورفولوجيا الفيروس : جزيئات الفيروس عصوية الشكل .

الاعراض : تظهر الأعراض على الأوراق الصغيرة بعد ظهورها بفترة قصيرة ، وتزداد شدتها مع نضج النبات . تظهر على الأوراق بقع مائية صغيرة تجف بعد فترة تاركة مكانها بقعا بيضاء اللون ، وفى حالة الاصابة الشديدة فإن هذه المناطق البيضاء تلتحم مع بعضها مؤدية إلى جفاف وموت الأوراق المصابة . بالرغم من أن الأعراض يمكن مشاهدتها على معظم أوراق النبات المصاب إلا أن بعض الأوراق قد يظل بدون أن تظهر عليه أى أعراض مرضية .

بالنسبة للكورمات المتحصل عليها من نباتات مصابة فإنه قد يلاحظ عليها وجود مناطق غائرة لونها بنى يشبه الصدأ .

بالنسبة للازهار فإنها تتشوه ، وفى بعض الحالات قد تفشل فى التفتح ، كما أن التبلات قد تأخذ لونا يميل إلى الاخضرار .

المقاومة : ينصح دائما باستخدام كورمات سليمة خالية من الفيروس، كما يجب مقاومة حشرات المن الناقلة .

فيروسات العائلة الموزية

Fam. Musaceae

الموز

Banana (*Musa* spp.)

فيروس تورد القمة فى الموز

BANANA BUNCHY - TOP VIRUS

مقدمة : ينتشر مرض تورد القمة فى مناطق زراعة الموز فى بلاد متفرقة ، ولقد عرف المرض فى مصر منذ فترة طويلة . يعتبر هذا المرض من أهم الأمراض التى تصيب الموز والتى تحدد من زراعته . نظراً لخطورة هـــذا المرض وسرعة إنتشاره لذلك فإن هناك قانون فى مصر يحرم نقل النباتات من مناطق إلى أخرى إلا بتصريح من وزاره الزراعة .

الانتقال : لا ينتقل هذا الفيروس ميكانيكيا ، ولكنه ينتقل بواسطة حشرة المن *Pentalonia nigronervosa* . تكتسب اليرقة الفيروس بعد فترة تغـــذية طويلة بدرجة غير عادية لاتقل عن ١٧ ساعة . الحشرة الحاملة للفيروس تنقل المرض عند تغذيتها على النباتات القابلة للاصابة خلال ٥ر١ - ٢ ساعة أو أكثر من التغذية . تلزم فترة حضانة داخل الحشرة وتتراوح بين عـــدة ساعات إلى يومين تقريباً .

زراعة فسائل مصابة من العوامل الهامة المساعدة على انتقال وانتشار المرض.

الأعراض : ينتشر المرض فى مصر ابتداءاً من شهر مارس ويستمر حتى اكتوبر، وعموما فإن أعراض الاصابه قد تظهر على النبات فى أى طـــور من أطوار

نموه ، إسم المرض يدل إلى حد كبير على العرض المميز إذ أن صغر حجم النبات المصاب وميل الأوراق إلى أن تأخذ وضعاً قائماً وظهورها متجمعة فى قمة النبات كما لو كانت خارجة من نقطة واحدة كل ذلك يعطى للنبات المصاب شكل الوردة أو التورد (شكل ٤٠).

تظهر بقع خضراء قاتمة على السطح السفلى للعرق الوسطى والعروق الجانبية وعنق الورقة ، وتتصل هذه البقع لتعطى خطوطاً داكنة يمكن رؤيتها واضحة بتعريض الأوراق لضوء الشمس . بتقدم الاصابة فإن لون الأوراق الكبيرة يميل إلى الاصفرار ، ولكن الأوراق الموجودة على النباتات المصابة حديثا قد تكون فى بعض الأحوال القليلة أكثر اخضرارا من الأوراق العادية بسبب الخطوط الداكنة .

الأوراق المصابة تكون أصغر حجما من السليمة وسهلة التمزق والكسر . نسبة تحلل وموت جذور النباتات المصابة تكون بدرجة أكبر منها فى جذور النباتات السليمة . يتقزم النبـــات المصاب وتظهر الأوراق متجمعة فى القمة . النباتات المصابة تعطى ثمارا صغيرة ليست لها قيمة وقد لا تثمر .

يؤثر الفيروس على بعض الأنسجة الداخلية النباتات المصابة ، ويكون ذلك واضحاً عند دراسة القطاعات المختلفة المأخوذة من أعناق ومن العروق الوسطى لأوراق النباتات المصابة حديثا . تتأثر خلايا اللحاء وبعض الخلايا المجاورة له بالاصابه الفيروسية وقد تظهر بعض الخـــلايا المثلثة الشكل بجانب بعض التغيرات التشريحية الأخرى .

المدى العوائلى : الفيروس من الفيروسات المتخصصة ولا يعرف عنه أنه يصيب

نباتات خارج الجنس *Musa* (الذى يتبعه الموز) ، ولكنه يصيب أصناف الموز المختلفة .

المقاومة : عدم زراعة فسائل مصابة ، ويمكن الحصول على فسائل سليمة وذلك بحصر مناطق زراعة الموز وتحديد المناطق الخالية من المرض والمحافظة على هذه المناطق سليمة ثم استخدامها كمناطق انتاج شتلات . عموما هناك حجر زراعى داخلى فى مصر يمنع نقل الفسائل إلا بإذن خاص من وزارة الزراعة .

ويجب فحص مزارع الموز مبكرا قبل مارس مع استمرار الفحص الدورى الدقيق ، وبمجرد ظهور أعراض المرض يوضع قليل من الكيروسين فى قمة النبات المصاب والنباتات الموجودة معه فى نفس الجورة ، وذلك يعمل على قتل حشرة المن . بعد مدة تقطع النباتات من منتصفها ويوضع البترول مرة أخرى ثم تقتلع نباتات الجوره بجذورها وتحرق فى نفس المكان وتطهر الجوره بوضع قليل من الجير وتترك معرضة للشمس فتره كافية قبل إعادة الزراعة .

فيروس موزايك الموز

BANANA MOSAIC VIRUS

المرادفات : Banana infectious chlorosis virus

مقدمة : الفيروس المسبب لهذا المرض هو فيروس موزايك الخيار، ويوجد للفيروس عديد من السلالات التى تصيب عديدا من النباتات من ذوات الفلقتين ومن ذوات الفلقة الواحده ومن تلك الأخيره نبات الموز الذى يصيبه فى معظم مناطق زراعته فى العالم، ويطلق على المرض الناتج عديد من الأسماء مثل موزايك

الموز banana mosaic والاصفرار المعدى فى المـوز banana infectious chlorosis وتعفن القلب banana heart rot . سجلت إصابة الموز بهذالفيروس فى مصر عام ١٩٥٢ .

الانتقال : ينتقل الفيروس تجريبيا عن طريق العدوى بالعصارة المعدية، كما ينتقل عن طريق زراعة فسائل الموز المصابة .

تقوم حشرات المن بنقل هذا الفيروس ، وسلالة الفيروس التى تصيب المـوز تنقلها عديد من حشرات المن التى تنقل الفيروس الأصلى . الحشرات التى تنقل هذا الفيروس لا تستطيع نقل فيروس تورد القمة فى الموز، كما أن حشرة المـن *Pentalonia nigronervosa* التى تنقل فيروس تورد القمة لا تستطيـع نقل فيروس موزايك الخيار .

خواص الفيروس فى العصير ، ومورفولوجيا الفيروس ، والمدى العوائلى

يرجع إلى هـذا الفيروس فى الجزء الخـاص بالفيروسات التى تصيـب العائلة القرعية .

الاعراض : تختلف الأعراض باختلاف الصنف المصاب وباختلاف العوامل البيئية السائدة . عموما فان النباتات المصابة تكون ضعيفة ذات أوراق أصغر إلى حد ما فى حجمها عن النباتات السليمة، وقد تميل الأوراق إلى الاصفرار أو تتميز بوجود مناطق مصفرة متناثرة ومنتشرة مع مناطق أكثر اخضرارا، وهذا قد يكون فى صورة نقط أو خطوط أو أشرطة صفراء متبادلة مع اللون الأخضر للورقة وممتدة من العرق الوسطى إلى الحواف (شكل ١٤). تظهر الأوراق ملتفة عند الحواف ويقل معدل تكشفها وتكون هشة سهلة التمزق وأعناقها منقطة بنقط شاحبة. غالبا ما تتكون نقط وخطوط نيكروزية على الأنصال وعلى الساق الكاذبة . نتيجة لصغر

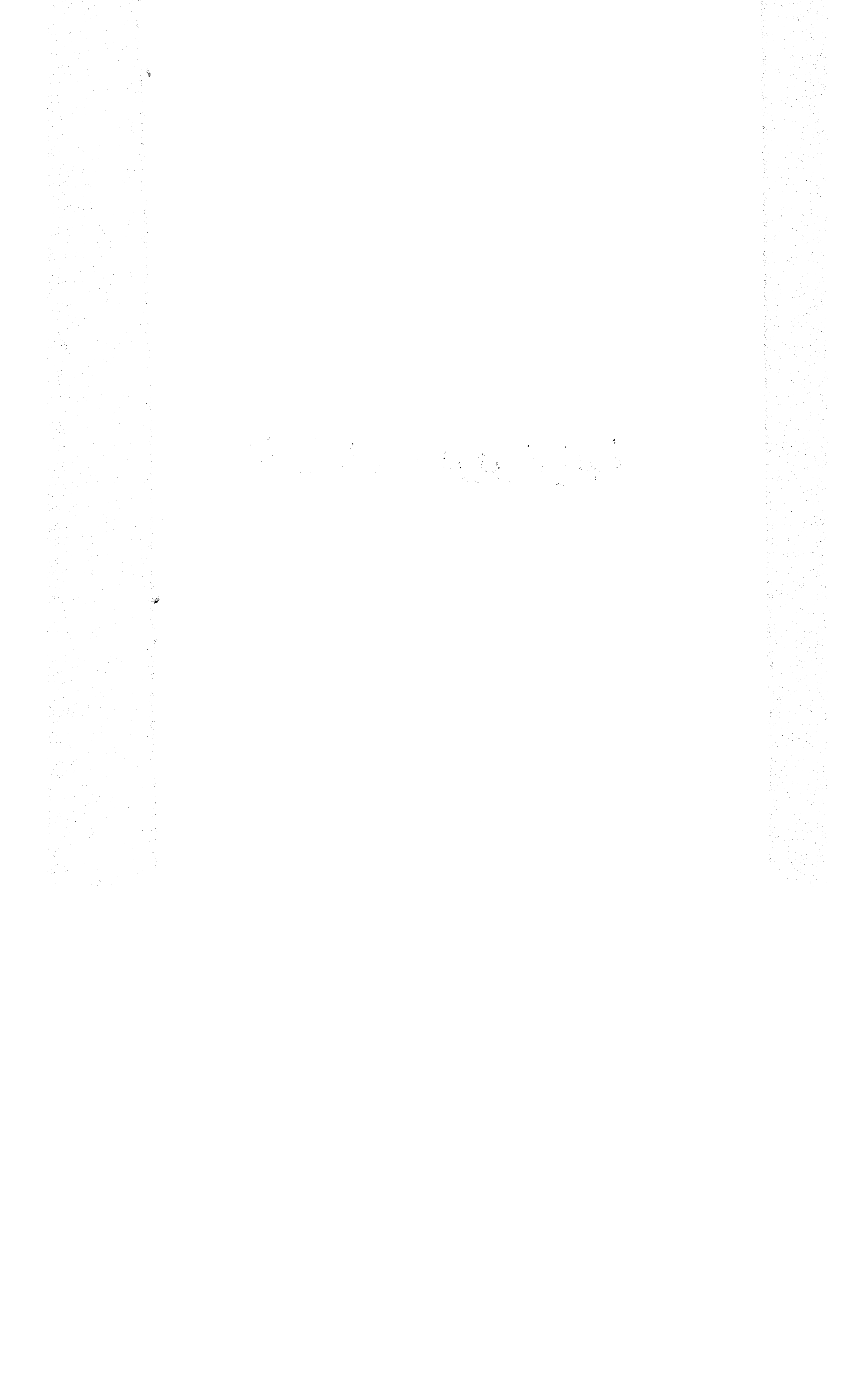
أنصال وأعناق الأوراق فانه قد يظهر مظهراً مشابهاً للتورد الذى يميز مرض التورد القمى فى الموز . النبات المصابة يقل اثمارها .

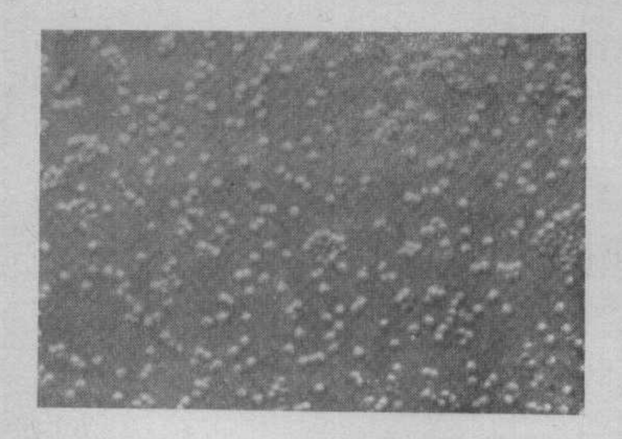
إصفرار الأوراق قد يكون مصحوبا بتعفن الورقة القلبية ويتوقف ذلك على الظروف البيئية السائدة ، وفى هذه الحالة فان العفن يمتد من القمة إلى أسفل.

إصابة النباتات الصغيرة تؤدى إلى تقزم النباتات وقد تموت وتتساقط الأوراق المصابة . فى الأطوار المتقدمة من المرض قد تموت الخلفات .

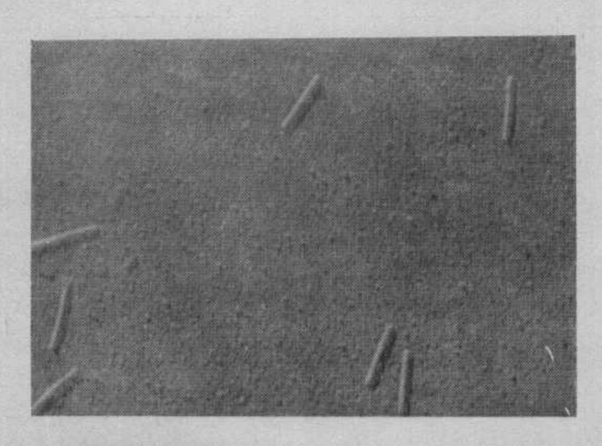
المقاومة : استخدام شتلات سليمة فى الزراعة ، وكذلك يجب المرور باستمرار على مزارع الموز وتقليع وإعدام النباتات المصابة. ينصح أيضاً بمقاومة الحشرات الناقلة والحشائش وعدم زراعة خضراوات بجوار أو داخل مزارع الموز

الأشكال الفوتوغرافية

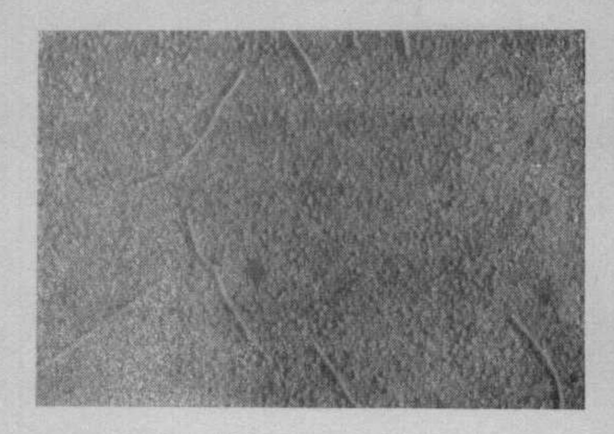




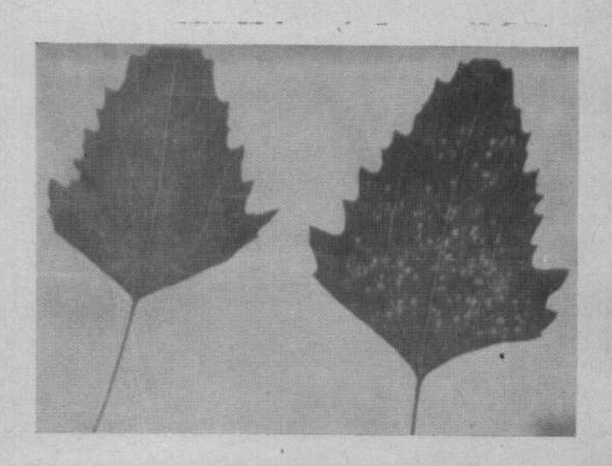
(شكل ١) جزيئات فيروس موازيك الخيار (٢٨ - ٣٠ نانومتر)



(شكل ٢) : جزيئات فيروس موازيك الدخان (٣٠٠ × ١٥ نانومتر)



(شكل ٣) : جزيئات فيروس y البطاطس (٧٣٠ × ١٢ نانومتر)



(شكل ٩) : بقع موضعية يعطيها فيروس موازيك الخيار على *Chenopodium amaranticolor* . الورقة السليمة على اليسار



(شكل ١٠) : أعراض موزايك يعطيها ڤيروس موزايك الدخان على الدخان



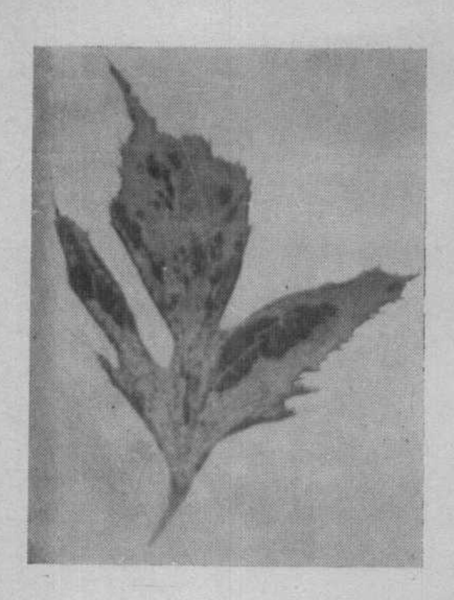
(شكل ١١) : أعراض التبقع الحلقي لفيروس التبقع الحلقي في الشلميك على الدخان



(شكل ١٢) : أعراض موت قمى على البطاطس ناتجة عن الاصابة بفيروس X



(شكل ١٣) : أعراض تقزم على نباتات كرفس مصابة بفيروس موزايك الكرفس الغربى . النبات السليم على اليسار



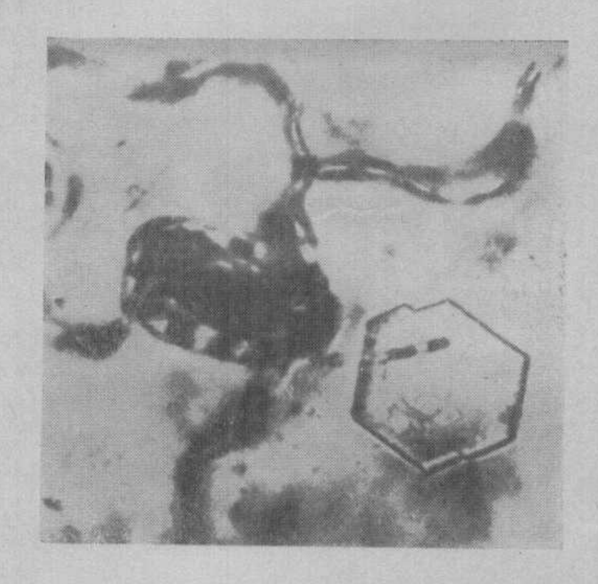
(شكل ١٤) : ظهور بثرات مع إختزال أجزاء من النصل فى أوراق القرع المصابة بفيروس موزايك البطيخ .



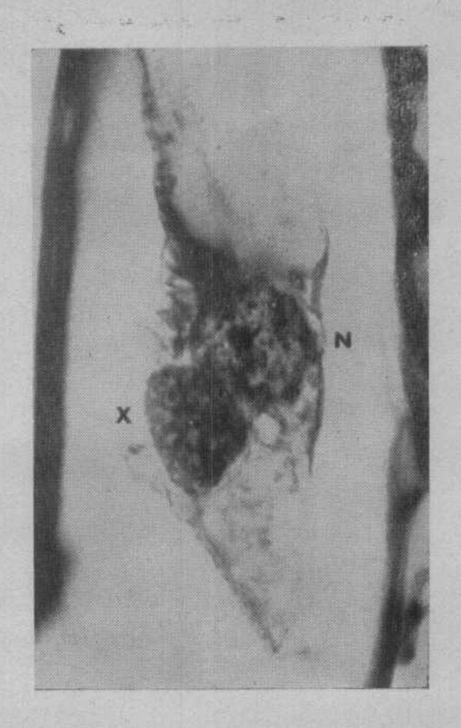
(شكل ١٥) : أعراض الورقة الخيطية على الطماطم الناتجة عن الاصابة بفيروس موزايك الخيار وفيروس موزايك الدخان



(شكل ١٦) : تورمات على ساق البرسيم نتيجة للاصابة بفيروس التورم الجرحى



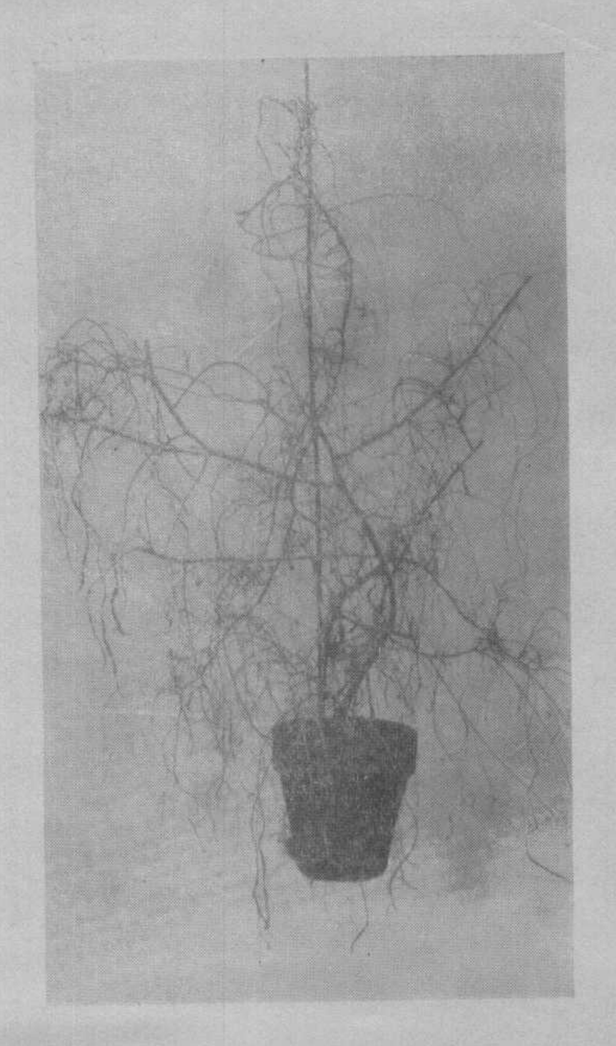
(شكل ١٧) . بلورة سداسية لفيروس موزايك الدخان
فى إحدى خلايا بشرة الدخان



(شكل ١٨) : جسم أمورفى لفيروس موزايك الدخان فى خلية برانشيمية من خلايا قشرة الدخان . N = النواه ، X = جسم أمورفى



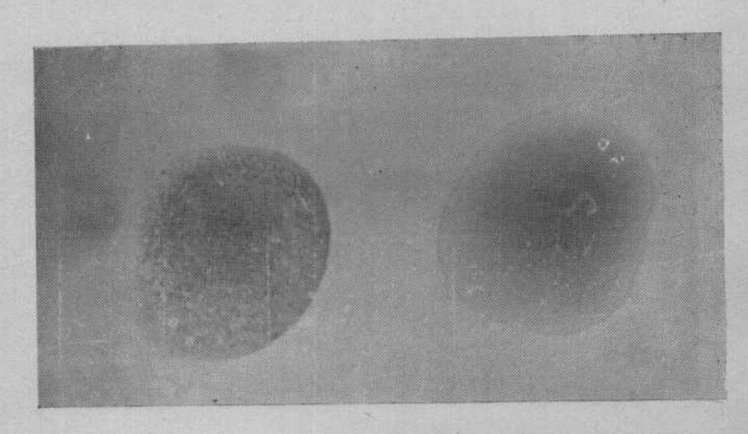
(شكل ١٩) : ميكوبلازما فى لحاء النباتات المصابة بمكنسة العفريت



(شكل ٢٠) : طفرة خيطية فى نبات طماطم صنف مارجلوب



(شكل ٢١) : تأثير D – **2,4** على أوراق الطماطم . الورقة السليمة على اليسار

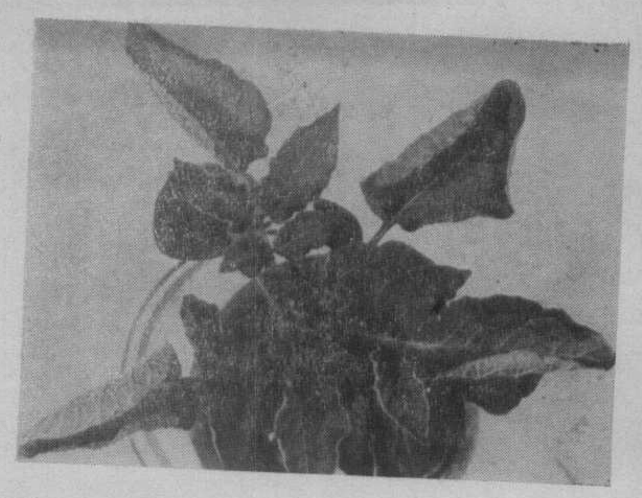


(شكل ٢٢) : إختبار التلبد : يعطى المصل المضاد لفيروس موزايك البطيخ تفاعلا مع عصارة النبات المصاب . الكونترول على اليمين



(شكل ٢٣) : أعراض فيروس الذبول المتبقع على الطماطم (الصورة التى على اليمين)

(شكل ٢٤) : أعراض فيروس الحلقة السوداء على الطماطم (الصورة التى على اليسار)

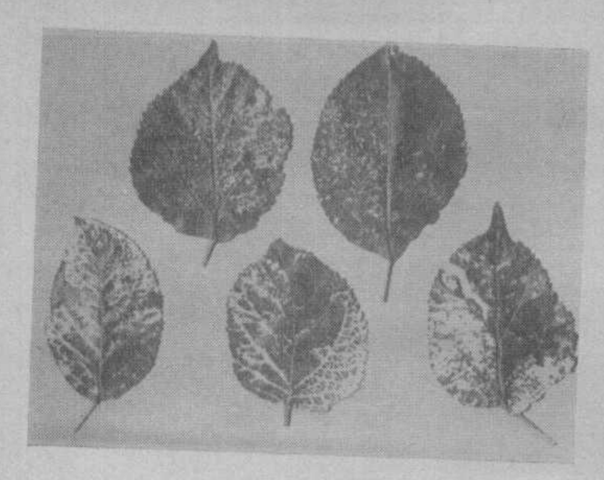


(شكل ٢٥) : نبات بطاطس مصاب بفيروس إلتفاف أوراق البطاطس

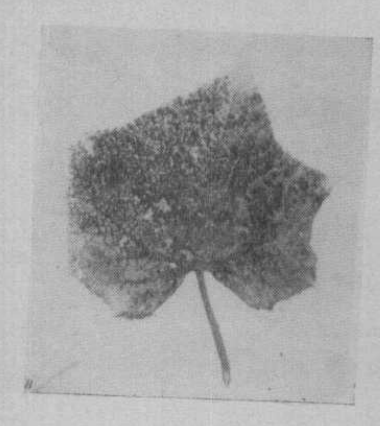




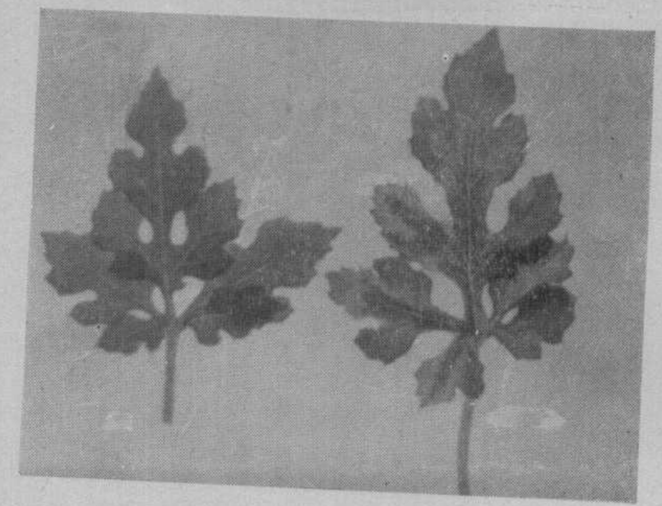
(شكل ٢٦) : أعراض فيروس تلون بذور الفول على أوراق
وبذور نباتات الفول المصابة



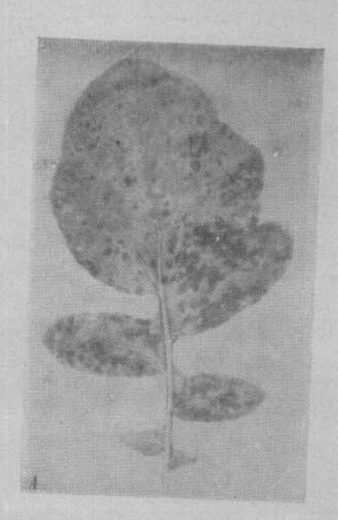
(شكل ٢٧) أعراض فيروس موزايك التفاح .



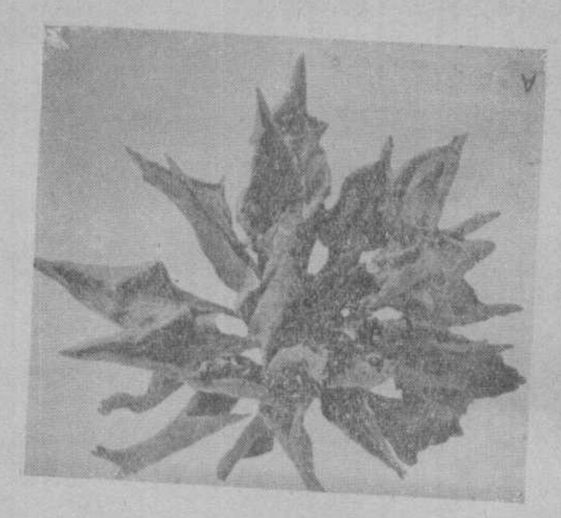
(شكل ٢٨) : أعراض فيروس موزايك الخيار على ورقة خيار



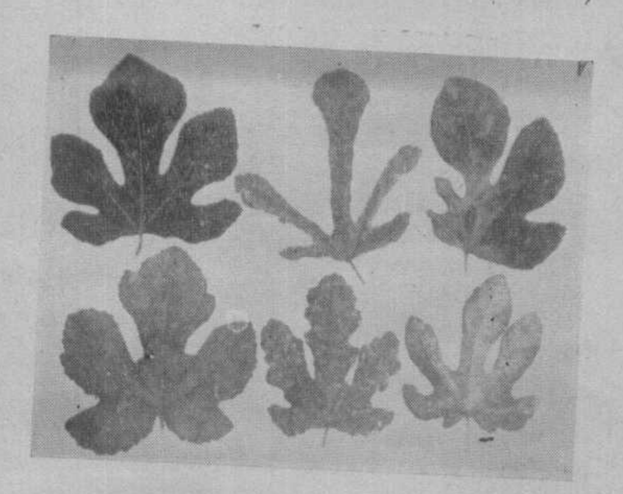
(شكل ٢٩) : أعراض فيروس موزايك البطيخ على البطيخ
(الورقة السليمة على اليسار)



(شكل ٣٠) : أعراض فيروس موزايك الفجل



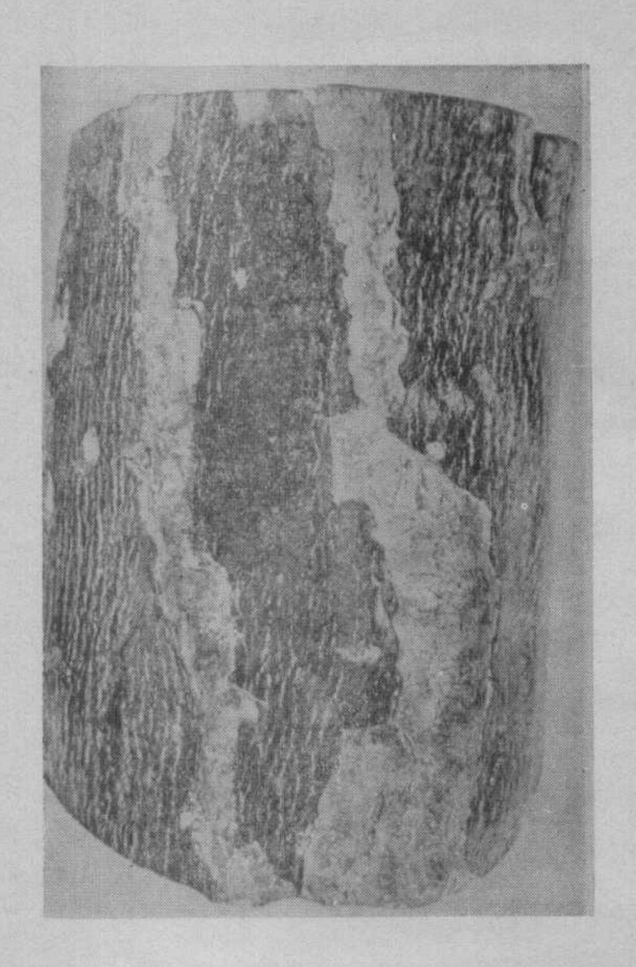
(شكل ٣١) : أعراض فيروس تجعد قمة البنجر على بنجر السكر.



(شكل ٣٢) : أعراض فيروس موزايك التين



(شكل ٣٣) : أعراض القوباء طراز A على شجرة برتقال



(شكل ٣٤) : أعراض القوباء طراز B على شجرة برتقال